

Kenkäpuristintelan osaluettelon rakentuminen PLM-ympäristöön

Mikko Leppäniemi

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2020

Tekniikan ala

Insinööri (AMK), konetekniikan tutkinto-ohjelma

Suunnittelu

Tekijä(t) Leppäniemi, Mikko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä huhtikuu 2020
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kenkäpuristintelan osaluettelon rakentuminen PLM-ympäristöön		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Henell, Antti & Jaaranen, Kalevi		
Toimeksiantaja(t) Valmet Technologies Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää parhaita mahdollisia toimintamalleja ja ratkaisuja kenkäpuristintelan valmistusosaluettelon luomiseen Dassault Systèmesin 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustan Delmia Manufacturing Item Definition -sovelluksella. Valmet on siirtymässä tulevaisuudessa uusiin PLM-elinkaarenhallinta- ja ERP-toiminnanohjausjärjestelmiin, joiden toiminnallisuudet tuovat uusia ominaisuuksia ohjelmien väliselle automatisoinnille.</p> <p>Tutkimuksessa valmistusosaluettelon luominen rajattiin SymBelt Shoe Press Roll D1300 -kenkäpuristintelan tuoterakenteeseen 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustan PLM-ympäristössä. Valmistusosaluettelon rakenteen tulisi vastata organisaation PDM-tuotetiedonhallintajärjestelmän valmistusosaluettelo, jolloin rakenteesta tulee ERP-järjestelmän kanssa yhteensopiva.</p> <p>Tutkimus toteutettiin toimintatutkimuksen ja pehmeän systeemianalyysin tutkimusrakenteen avulla ja siihen linkitettiin järjestelmän simulointi CATIA-tuoterakenteen avulla. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että kenkäpuristintelan tuoterakenteesta ei voida sellaisenaan rakentaa valmistusosaluettelo. Koska rakenteen muodostamisessa ilmeni erilaisia virheitä, suunnittelija joutuu tulevaisuudessa muuttamaan haluttua valmistusosaluettelo vastamaan PDM-rakennetta, jolloin valmistusosaluettelo voidaan siirtää tuotannonohjausjärjestelmään tuotannonsuunnittelua varten.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat)</p> <p>Valmistusosaluettelo, 3DEXPERIENCE, CATIA, PLM, ERP, Delmia, Paperikone, Kenkäpuristintela</p>		
<p>Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)</p>		

Author(s) Leppäniemi, Mikko	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2020
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 40	Permission for web publication: Yes
Title of publication Creating a bill of materials for a shoe press roll in a PLM-environment		
Degree programme Degree Programme in Mechanical Engineering		
Supervisor(s) Henell, Antti & Jaaranen, Kalevi		
Assigned by Valmet Technologies Oy		
<p>Abstract</p> <p>The aim of the study was to find the best possible operating models and solutions for creating a manufacturing bill of materials for a shoe press roll by using Delmia Manufacturing Item Definition application in Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE software platform. Valmet is changing to new PLM and ERP systems in the future, and the applications will create new features for the external automation of programs.</p> <p>The study was limited to focus on the product structure of the SymBelt Shoe Press Roll D1300 in the PLM environment of the 3DEXPERIENCE software platform. The structure of the manufacturing bill of materials must be corresponding to the organization's PDM system manufacturing bill of materials, so that the structure will be compatible with the ERP system.</p> <p>The study followed action research and soft system analysis linking the system simulation using Catia product structure. The study found that it was not possible to create a manufacturing bill of materials of the product structure without changes to the structure of the shoe press roll. In the future the designer must modify the attributes of the structure to correspond the PDM structure so that the manufacturing bill of materials can be transferred to the ERP system for production phases.</p>		
Keywords/tags (subjects) Manufacturing bill of materials, 3DEXPERIENCE, Catia, PLM, ERP, Delmia, Paper machine, Shoe Press Roll		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Taustatietoa.....	6
1.2	Tutkimuskohde	Error! Bookmark not defined.
1.3	Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuksen rajaaminen	7
2	Tutkimusasetelma	8
2.1	Ongelmanratkaisu.....	Error! Bookmark not defined.
2.2	Toimintatutkimus.....	9
2.3	Pehmeä systeemianalyysi	11
2.4	Tiedonkeruumenetelmät	12
3	Hallinnointijärjestelmät.....	13
3.1	3DEXPERIENCE- ohjelmistoalusta	13
3.2	Tuotteen elinkaaren hallinta (PLM)	14
3.3	Tuotetiedon hallinta (PDM).....	16
3.4	Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP).....	18
3.5	Osaluettelorakenteet	19
4	Tutkimuksen toteutus.....	21
4.1	Läpivienti	Error! Bookmark not defined.
4.2	Aikaisemmat tutkimukset	22
5	Simulointiprosessi.....	22
5.1	MBOM- osaluettelon muodostaminen	22
5.2	Suoritettu simulaatio	26
5.3	Teemahaastattelu	28

6 Työn tulokset ja ratkaisuehdotukset	29
7 Pohdinta	35
Lähteet	38
Liitteet	40

Kuviot

Kuvio 1. Telat-tuoteryhmä.....	7
Kuvio 2. Tutkimusongelman ratkaisu monistrategisella tutkimusmuodolla.....	9
Kuvio 3. Toimintatutkimuksen yleinen vaiheistus ja syklisyys	10
Kuvio 4. Toimintatutkimuksen sykli yksinkertaistettuna	10
Kuvio 5. Pehmeän systeemianalyysin malli.....	11
Kuvio 6. 3DEXPERIENCE:n käyttökompassi	14
Kuvio 7. PLM-kokonaisuuden painopisteenä on tuote	15
Kuvio 9. Tuotteen elinkaaren tukeminen PDM-järjestelmällä	18
Kuvio 10. EBOM-transformaatio MBOM-osaluetteloksi.....	20
Kuvio 11. SymBeltn MBOM-ratkaisuprosessi.....	21
Kuvio 12. Delmia-sovelluksen käynnistäminen	23
Kuvio 13. Product Scope -linkin luominen	24
Kuvio 14. Kokoonpanon viittaus	24
Kuvio 15. Generoinnin hyväksyminen.....	25
Kuvio 16. Luotu valmistuskokoonpano	25
Kuvio 17. Esimerkki osaluetteloiden vertailusta XLS-formaatissa.....	27
Kuvio 18. B.I. Essentials -työkalun väriohjaus	29
Kuvio 19. Kokonaismäärän muuttaminen	30
Kuvio 20. Toimintamallin menettelytapa.....	31
Kuvio 21. Scope-linkkien muodostuminen.....	32
Kuvio 22. Scope-linkkien poistaminen tasoista	32
Kuvio 23. Referenssin ja instanssin eroavaisuudet.....	33
Kuvio 24. Skeleton-tason poistaminen kokoonpanosta	33

Kuvio 25. Skenaario generoinnista	34
---	----

Taulukot

Taulukko 1. ERP- järjestelmän tekijät	19
Taulukko 2. Simulaatiosuunnitelma.....	27

Käsitteet

Attribuutti

Attribuutti tarkoittaa olion tai jonkin asian ominaisuutta tai määrettä (Tieteen termipankki, TEPA-termipankki 2019).

BOM

BOM eli "Bill of materials" (osaluettelo) tarkoittaa komponenttien ja materiaalien sisältöä, joka kuuluu tuotteen kokoonpanoon (O'Leary 2000, 28; Stekolschik 2017, 2).

CAD

CAD eli "Computer Aided Design" tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua (TENTE n.d).

Integraatio

Integraatio tarkoittaa kahden tai useamman asian yhdistämistä, jotta voitaisiin aikaansaada enemmän tehokkuutta (Cambridge University n.d).

Ohjelmistointegraatio

Ohjelmistointegraatio tarkoittaa toisistaan eroavien sovellusten yhteenliittämiseen, jolloin saadaan aikaan toimiva kokonaisuus (ATRsoft 2017).

PPR-context

PPR (Product, Process and Resource) -context tarkoittaa kaikkea tietoa tuotteesta, prosessista ja resursseista 3DEXPERIENCE Delmia -sovelluksessa (Aho 2018).

Translaatio

Translaatio tarkoittaa yhdensuuntaista siirtoa, jossa säilytetään siirron kuvio tai sen merkitys (Hästö 2011).

Skeleton (PDM-rakenne)

Skeleton (PDM) tarkoittaa osaluettelorakennetta, jota tuotannonsuunnittelu käyttää luodakseen valmistussuunnitelman ERP-järjestelmään (Valmet n.d).

Skeleton (Catia-rakenne)

Skeleton (Catia) tarkoittaa mallinnusgeometrista ohjausrakennetta CAD-suunnitteluohjelmassa (Huoponen 2020b).

VAL-nimike

VAL-nimike tarkoittaa organisaatiossa määritettyä osto-osaa, josta ei ole piirustusta, vaan sen nimikkeen tiedot johtavat johonkin standardiin. Tällaisia voivat olla esimerkiksi erilaiset ruuvit, laakerit ja muut kaupalliset tuotteet. (Huoponen 2020a.)

1 Johdanto

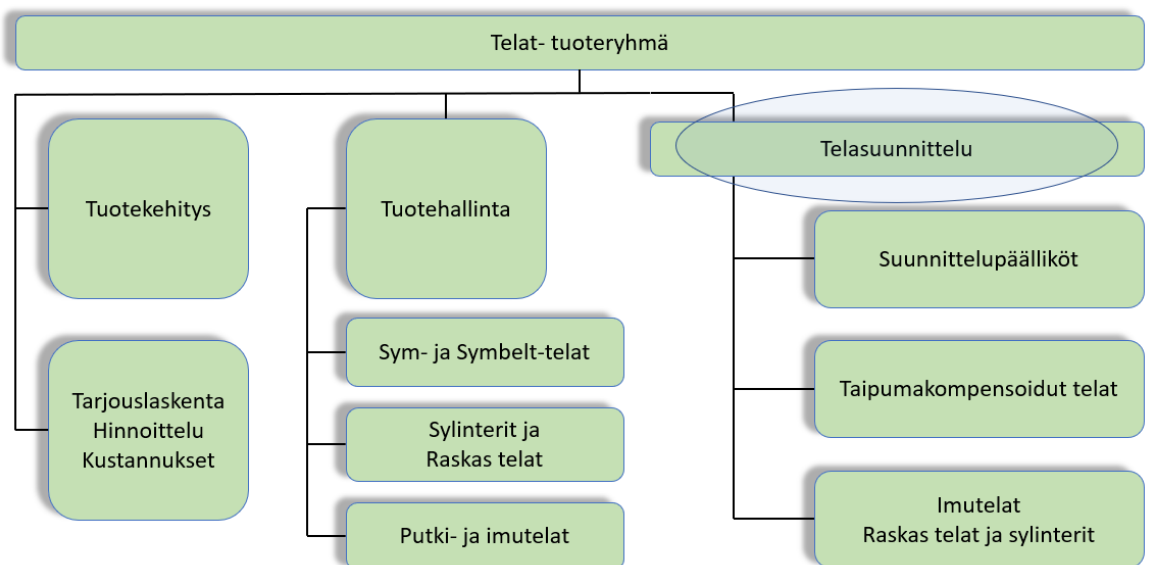
1.1 Opinnäytetyön tausta

Teknologian kehittyminen teollisuudessa lisää eri alojen yrityksille vaatimuksia ja tarpeita kehittää omia järjestelmiään vastaamaan nykyisiä tarpeita sekä saavuttamaan kilpailukykyisen tehokkuuden. Tähän tavoitteeseen opinnäytetyön toimeksiantaja Valmet Technologies Oy vastaa siirtymällä uuteen PLM (Product life-cycle management, tuotteen elinkaaren hallinta) -ympäristöön, jolla korvataan nykyinen PDM (Product Data Management, tuotetiedon hallinta) -järjestelmä. Uudella PLM-järjestelmällä saavutetaan kokonaisvaltaisempi tuotteiden elinkaaren hallinta ja käsitys yrityksen sisäisestä toiminnasta. PLM-järjestelmä on tällä hetkellä alustavassa käyttöönoton ja yhteensopivuuden määrittelyvaiheessa. Yksittäisen tuotteen käyttäytymistä ja toimintamalleja PLM-ympäristössä ei siis ole tutkittu. Uutena PLM-ympäristönä toimii 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustan tarjoama Catia Enovia -sovellus.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin SymBelt-kenkäpuristintelan tuoterakenteen osaluettelon muodostamista 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustalla. Tavoitteena oli tutkia osaluettelon muodostamisessa syntyviä ongelmia ja selvittää, miten ne voitaisiin välttää tai tarvittaessa jopa poistaa kokonaan. Osaluettelon muodostamisesta on laadittu aikaisemmin opinnäytetyö Sebastian Sjöbergin (2018) toimesta ja Lauri Laakko (2017) on toteuttanut aiheesta diplomityön. Edellä mainitut henkilöt keskittyivät tutkimuksissaan yleisten valmistusosaluetteloiden periaatteiden ja toimintamallien rakentamiseen 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustalla. Näiden tutkimusten sisältöä hyödynnettiin tässä opinnäytetyössä sekundaariaineistona tutkimuksen jatkamiselle.

Toimeksiantaja Valmet toimittaa paperi-, sellu- ja energiateollisuuden palveluita maailman johtavana valmistajana. Valmetin juuret johtavat 1800-luvun taitteeseen, jonka jälkeen yrityksen tuotteet ja nimi ovat vaihtuneet useaan otteeseen aina 1920 – 1930-luvun käännekohtaan saakka. Silloin yritys alkoi valmistaa tuotteita ja aseita Suomen puolustusvoimille. Erilaisten tuotetoimitusten ja yrityksen sisäisten muutoksien jälkeen Valmet toimitti ensimmäisen paperikoneensa vuonna 1953. Valmet jätti laiva-, hissi- ja traktoriteollisuuden taka-alalle 1980-luvun taitteessa ja siirtyi paperi-

teknologiaan. Tämän teknologian ja automaation toteuttajana Valmet tarjoaa asiakkailleen tehtaiden ja voimalaitosten kehittämistyötä, kunnossapitopalveluita, varaosa- ja materiaalityöitä. Valmetin ydinsäätö keskittyy sellutehtaisiin, biovoimalaitoksiin sekä pehmapaperin, kartongin ja paperin valmistuslinjoihin. Yrityksellä on liiketoimintaa kaikilla mantereilla ympäri maailman ja sen liikevaihto oli vuonna 2019 noin 3,5 miljardia euroa. Valmetin pääkonttori sijaitsee Espoon keilaniemessä (Valmet lyhyesti n.d). Opinnäytetyö toteutettiin Jyväskylän Rautpohjan toimipisteessä ja tarkemmin kohdistettuna Board and Paper Machines Technology Unit -organisaatiossa telasuunnittelun alaisuudessa (ks. kuvio 1)



Kuvio 1. Telat-tuoteryhmä

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuksen rajaaminen

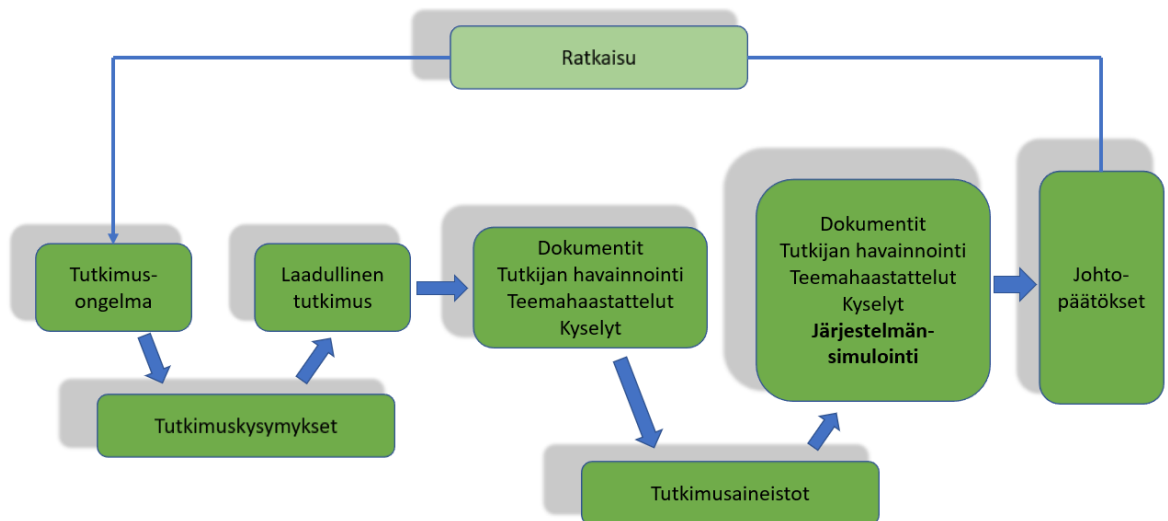
Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa toimeksiantajalle tietoa parhaasta mahdollisesta toimintatavasta, kun luodaan 3D-rakenteesta valmistusosaluettelo eli MBOM (Manufacturing Bill of Materials) uuteen PLM-ympäristöön. Opinnäytetyön tuloksia ja sisältöä käytetään avustavana materiaalina 3DEXPERIENCE-ympäristön käyttöönotossa tulevaisuudessa. Tehtävänä oli tutkia ongelmien ja virhetilojen ilmenemistä ja niiden mahdollista välttämistä rakenteen muodostamisessa. Kun virhetilojen ratkai-

seminen on tiedossa ja ne osataan välttää tai jopa poistaa kokonaan, saadaan rakenteesta yhteensopiva ERP (Enterprise resource planning, tuotannonohjausjärjestelmä) -järjestelmän kanssa. Opinnäytetyö rajattiin Valmet SymBelt Shoe Press Roll D1300 (kenkäpuristintela) -telan osaluettelon muodostamisen tutkimiselle PLM-ympäristössä. Tehtävänä oli keskittyä tähän telatyyppiin ja hyödyntää aikaisempaa tutkimusmateriaalia osaluettelon simuloimisessa 3DEXPERIENCE-ohjelmistoaustalla.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli, miten voidaan luoda valmistusosaluettelo kenkäpuristintelalle käyttäen Delmian Manufactured Item Definition -sovellusta. Tutkimusmenetelmäksi valittiin monistrateginen tutkimusmuoto, eli laadullisen ja määrällisen tutkimuksen yhdistelmä, koska tutkimuksen kohdeilmiölle haluttiin löytää ymmärrystä, ja koska sen lisäksi tutkimuksen taustateoriaa haluttiin soveltaa käytäntöön. Ilmiötä tutkittaessa haluttiin selvittää, mikä olisi paras toimintamalli valmistusosaluettelon luomiseen. Kenkäpuristintelan valmistusosaluettelon luomisesta ei löytynyt aikaisempaa tutkimusmateriaalia, eli valmistusosaluettelon käyttäytymistä tässä tapauksessa ei tunnettu. Ongelmanasettelun, eli tutkimusongelman avaamisen ja esittämisen jälkeen ongelmanratkaisu suoritetaan noudattamalla valittua tutkimusmenetelmää, joka tässä tutkimuksessa on lähempänä laadullista tutkimusta kuin määrällistä (ks. Kuvio 2). Jotta tutkija voisi toteuttaa tutkimusmenetelmää käytännössä, hän tarvitsee tietoa sen toteuttamisesta. Tutkijan pitää määrittää tarvittava tieto ja sen alkuperä ongelmanratkaisua varten ja lisäksi selvittää, miten hän aikoo kerätä kyseisen tiedon eri aineistonkeruumenetelmillä. Aineistonkeruun jälkeen tutkija jalostaa kerätyn tiedon valitulla analysointimenetelmällä siten, että ongelmaan löytyy ratkaisu. (Kananen 2015.)



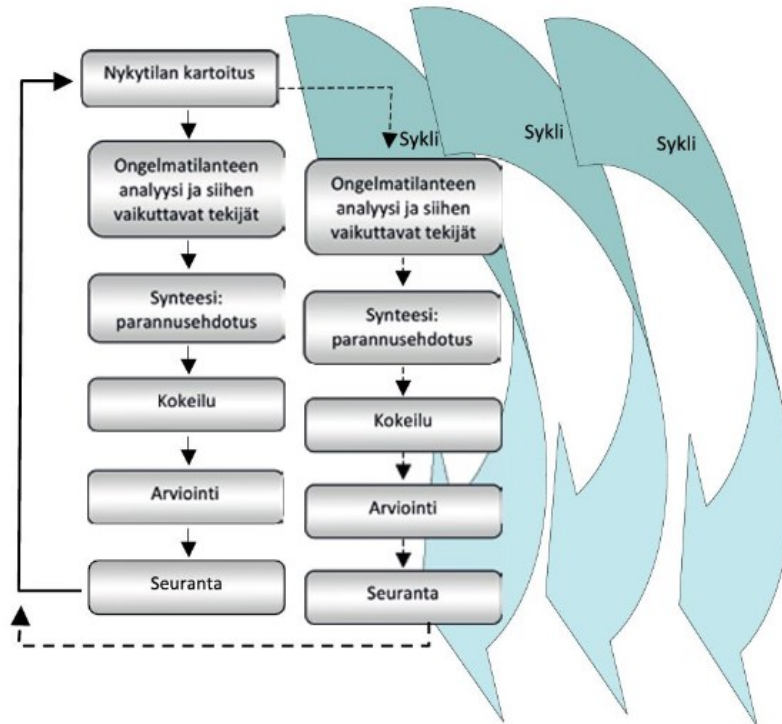
Kuvio 2. Tutkimusongelman ratkaisu monistrategisella tutkimusmuodolla (Kananen 2015, muokattu)

2.2 Toimintatutkimus

Tämä opinnäytetyö on tutkimusotteeltaan toimintatutkimus, johon on sovellettiin pehmeän systeemianalyysin työkaluja. Toimintatutkimus määritellään joukoksi erilaisia tutkimusmenetelmiä, koska se ei poissulje muiden tutkimusotteiden tapoja suorittaa tiedonkeruuta ja aineiston analysointia. Toimintatutkimuksessa ilmeneviä olennaisia elementtejä ovat seuraavanlaiset tekijät:

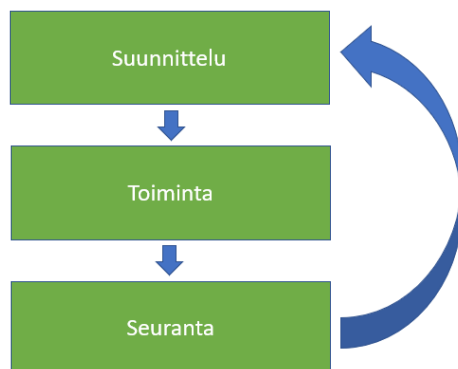
- toiminnan kehittäminen, tarkemmin määritettynä muutoksen tavoitteellisuus
- yhteistoiminta
- tutkimus.

Toimintatutkimuksessa muutoksen aikaansaaminen edellyttää tutkijalta muutettavan ilmiön tuntemista sekä siihen liittyvien osatekijöiden selvittämistä. Prosessina toimintatutkimusta pidetään syklisenä (ks. kuvio 3), jossa yhden syklin kokonaisuus sisältää suunnittelun, toimeenpanon, havainnoinnin sekä reflektoinnin (ymmärrys tapahtuneesta). Lisäksi sykliin liittyy aina tutkimustyö. Prosessia läpi viedessä seuraa syklin perään aina uusi sykli, joka jatkaa siitä ongelmatilanteesta, johon edellinen sykli sai päätöksen. Vaihtoehtoisesti on voitu havaita uusi ongelma, josta sykli alkaa. (Kananen 2014.)



Kuvio 3. Toimintatutkimuksen yleinen vaiheistus ja syklisyys (Kananen 2014, 34)

Prosessinomaisen tutkimuksen strategian sisällön (yhden syklin) nimikkeet voivat vaihdella tutkijoiden välillä. Vaihtoehtoisesti sisällön kierros voi pituudeltaan eli nimityksiltään olla laaja, mutta mikään ei poissulje tiivistetyn syklin mallia (ks. kuvio 4), jonka toteuttamalla voi saavuttaa myös halutun lopputuleman. Tässä tutkimuksessa noudatettiin laajempaa syklimäistä mallia.

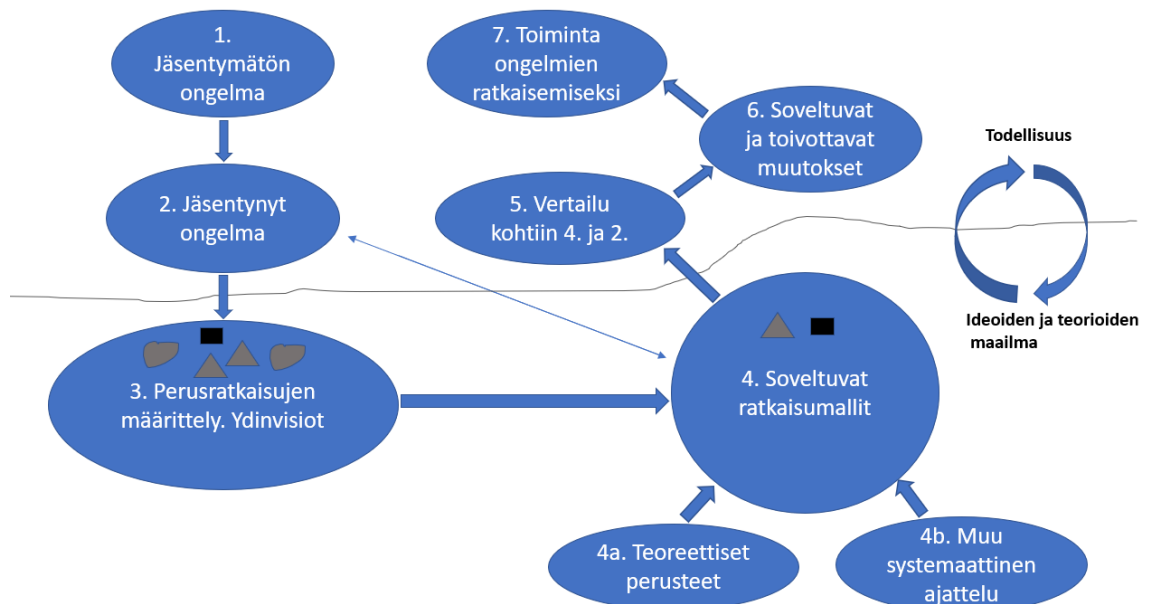


Kuvio 4. Toimintatutkimuksen sykli yksinkertaistettuna (Kananen 2009, 12)

2.3 Pehmeä systeemianalyysi

Tässä tutkimuksessa pehmeän systeemianalyysin ongelmanratkaisuprosessi toimi toimintatutkimuksen suorittamisen runkona. Pehmeässä systeemianalyysissä suunnittelija on kiinnostunut vastaamaan kysymyksiin ”mitä?” ja ”miten?” koko prosessin ajan. Toimintatutkimuksen ongelmanratkaisuprosessia (ks. kuvio 5) muistuttavassa tutkimusmenetelmässä voidaan havaita seuraavia vaiheita sen edetessä (Anttila 2006):

- tarve parantaa tai kehittää olemassa olevaa kohdetta
- ongelman täsmentäminen
- prosessin sisäisten rakenteiden ja elementtien vuorovaikutusten selkiyttäminen
- osatekijöiden alustava määrittely, joilla voitaisiin systeemiä mahdollisesti parantamaan tai kehittämään
- ratkaisumallien kehittäminen
- ratkaisumallien vertaaminen todellisuudessa (esim. valikoidussa järjestelmässä)
- vertailussa saatuja tuloksia hyväksikäyttämällä määritellään tarvittavat ja mahdolliset muutokset tavoitteen saavuttamiseksi
- tarvittavien toimenpiteiden suorittaminen.



Kuvio 5. Pehmeän systeemianalyysin malli (Checkland 1986, 163; soveltanut Anttila 1993, muokattu)

2.4 Tiedonkeruumenetelmät

Laadullisessa tutkimuksessa on olennaista osoittaa suoritettut tiedonkeruumenetelmät. Tutkimuksen alkuvaiheessa saattaa olla vaikeuksia hahmottaa tapaa kerätä haluttua tietoa. Siihen erityisesti vaikuttaa se, jos tutkijalla ei ole varmuutta siitä, mikä on tutkimusongelma tai kehittämiskohde. Tästä johtuen on luonnollisesti tärkeää tietää tavoitteet ja pyrkimykset jo tutkimuksen alkuvaiheessa. Kun on tiedossa tavoitteet sekä tutkimuskohteen määritelmä, voidaan siirtyä pohtimaan ja valitsemaan itse menetelmiä tiedonkeruuseen ja siihen, miten tietoa mitataan. Näitä menetelmiä kutsutaan myös mittareiksi. (Kananen 2009, 111.) Tässä opinnäytetyössä käytettiin tiedonkeruumenetelminä tutkimuspäiväkirjaa ja haastatteluja.

Tutkimuspäiväkirja

Toimintatutkimuksen yhdeksi tärkeimmäksi tiedonkeruumenetelmäksi mielletään tutkimuspäiväkirja. Päiväkirjan ajatuksena on, että tutkija kirjaa ylös päivittäisiä tapahtumia, jotka ovat konkreettisesti sidoksissa tutkimukseen: mitä on tapahtunut, milloin, missä ja miksi, ja mitkä ovat mahdolliset vaikutukset. Tämä siksi, että tutkijalle on haasteellista muistella viikontakaisia yksittäisiä tapahtumia liitettynä tutkimukseen. Päiväkirjan ylläpidon aikana tutkijan täytyy myös pohtia ja miettiä päiväkirjansa sisältöä. Tällöin tutkijalle avautuu mahdollisuus tarkastella yksittäisen tapahtuman merkitystä sekä sitä, liittyykö tutkimukseen säännönmukaisuutta tai joitain tiettyjä toimintamalleja. Jos tutkimuksessa valitaan pelkästään mekaaninen tiedonkeruu ilman sen kummoisempaa hetkellistä analysointia, on jälkeenpäin erittäin hankalaa suorittaa syvempää pohdintaa tai analysointia. Lyhyesti voidaan tällöin todeta, että tieto tuli ja tieto meni. (Kananen 2009, 111,112.) Tässä opinnäytetyössä tutkimuspäiväkirjan ylläpito aloitettiin todellisen tutkimuksen alkaessa eli osaluentelon muodostamisen tutkimisesta. Syy tähän oli yksinkertainen: koska valittua selkeää tuoterakennetta ei ollut vielä päätetty, pystyttiin tehokkaasti suorittamaan muita tutkimukseen liittyviä tehtäviä.

Haastattelut

Toinen olennainen tiedonkeruumenetelmä tässä opinnäytetyössä oli suoritettu teemahaastattelu, jonka haastattelurunko (ks. liite 1) on dokumentoitu tämän tutkimuksen liitteisiin. Haastatteluiden toteuttamista luonnehditaan laadullisessa tutkimuksessa käytetyimmäksi tiedonkeruumenetelmäksi. Haastattelulla pyritään keräämään luotettavaa tietoa haastateltavalta henkilöltä. Yleensä esitettävät kysymykset on suunniteltu ja jäsennelty etukäteen, jolloin valitulla haastattelutekniikalla saadaan tehokkaasti kerättyä oikeaa tietoa. Teemahaastatteluissa keskustellaan kohdehenkilön kanssa ennakkoon valitusta aihealueesta, eli teemasta. Ennakkoon suoritetuilla valmisteluilla pyritään käsittelemään aihealueen ilmiötä kokonaisuudessaan, jolloin osalueiden huomioiminen ja mukaansaattaminen on mahdollista (Kananen 2009, 61, 64). Teemahaastattelu oli tässä tutkimuksessa erinomainen valinta, koska se tarjosi tutkijalle riittävän avoimen keskustelualueen ja mahdollisuuden rajata halutessaan keskustelua tiukemmin valitulla teemalla. Tutkimuksessa toteutettiin myös suullisia, lyhyitä haastatteluja 3DEXPERIENCE-kehitystiimin jäsenten toteuttamien työpajojen ohella, joiden sisältö kirjattiin tutkimuspäiväkirjaan.

3 Organisaation hallinnointijärjestelmät

3.1 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalusta

3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustan toimittajana ja sen kehittäjänä on ranskalainen yritys nimeltä Dassault Systèmes. 3DEXPERIENCE-alustalla pyritään tarjoamaan asiakkaille kokonaisvaltainen liiketoiminnan hallinta organisaation kaikilla tasoilla. Yhteistyö on avainsana 3DEXPERIENCE-alustassa, koska yhdellä ohjelmistoratkaisulla saadaan yhdistettyä organisaation eri tahot (markkinointi, suunnittelu, myynti jne.) ja pystytään parantamaan niiden sisäistä tiedonvälittymistä reaaliajassa (Dassault Systèmes n.d). Alustan käyttö perustuu ohjelmistossa olevan käyttökompassin ympärille (ks. kuvio 6). Käyttäjät pystyvät liikkumaan kompassin kautta haluttuun sovellukseen, joka on suunniteltu ja kohdennettu käyttäjän rooliin sopivaksi. Social & Collaborative Apps sisältää työkaluja ja sovelluksia tuotteen elinkaaren hallintaan sekä

muita yhteistyöhön viittaavia toimintoja. 3D Modeling Apps sisältää nimensä mukaisesti mallinnukseen ja lisäksi rakenteiden suunnitteluun liittyviä sovelluksia (esim. Catia), kuten esimerkiksi osasuunnittelun ja kokoonpanon. Content & Simulation Apps sisältää sovelluksia (esim. Simulia) rakenneanalysointiin, lujuustarkasteluun ja tuotannon simulointiin. Information Intelligence Apps sisältää sovelluksia (esim. Netvibes) määritetyn tiedon siirtämiseen ja jakamiseen sovelluksen erillisellä räätälöintimahdollisuudella.



Kuvio 6. 3DEXPERIENCE:n käyttökompassi (Dassault Systèmes n.d)

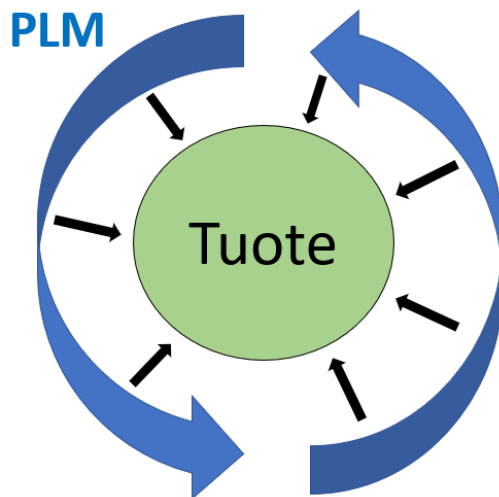
3.2 Tuotteen elinkaaren hallinta (PLM)

PLM (Product life-cycle management) tarkoittaa yrityksen liiketoiminnan hallintaa tuotteille koko elinkaaren ajan tuotteen alkudeasta aina tuotteen lopettamiseen ja poistamiseen kaikista tehokkaimmalla tavalla. PLM-toiminnalla tavoitellaan tuotteiden arvon maksimointia nykyisissä ja tulevaisuudessa tuotteissa asiakkaille sekä osakkeenomistajille. Termi PLM tarkoittaa, että tuotteita hallinnoidaan aktiivisesti koko sen elinkaaren ajan ja kyseinen elinkaari on määritetty selkeästi. Tarvittava dokumentointi on suoritettu hyvin ja on noudatettu ennakoivaa suunnittelua tavoitteiden saavuttamiseksi, joita ovat mm. liikevoiton kasvattaminen ja tuotekustannusten vähentäminen. (Stark 2007, 115; Stark 2011, luku 1.)

PLM on kokonaisvaltainen lähestymistapa tuotteen hallintaan (ks. kuvio 7). Se sisältää seuraavat elementit:

- itse tuote tai tuotteet
- käytettävät sovellukset
- käytettävät prosessit
- vaikuttavat ihmiset
- tuotedata
- työtavat
- mittaukset
- työskentelytilat ja välineet
- organisaatio.

PLM yhdistää edellä mainittuja, toisistaan riippumattomia kokonaisuuksia yhdeksi hallintajärjestelmäksi koko yrityksen toimialueella. Tämän takia PLM:n vahvuutena on se, että jokainen yrityksessä tietää, mikä on yrityksen tuote. Yritysten, joissa ei ole käytössä PLM-järjestelmää, kaikilla osa-alueilla ei välttämättä tiedetä tai osata tarkemmin kertoa yrityksen tuotetta. Tällaisia osa-alueita voisi olla esimerkiksi yrityksen toimitusketju tai henkilöstöosasto.



Kuvio 7. PLM-kokonaisuuden painopisteenä on tuote (Stark 2007, muokattu)

PLM on tärkeä monien syiden vuoksi (ks. kuvio 8). Sen merkittävin hyöty on, että PLM antaa yritykselle mahdollisuuden maksimoida tuotteen arvon sen elinkaaren ajan. PLM on tärkeä myös siksi, että se antaa yritykselle mahdollisuuden hallita tuotteitaan koko elinkaarensa ajan. Jos tällaista hallintamahdollisuutta ei ole, saattaa sen

puuttumisella olla vakavia seuraamuksia. Jos yritys menettää tuotteen hallinnan sen tuotekehityksen aikana, tuote saattaa tulla myöhässä markkinoille ja sen myöhässä vapauttaminen saattaa ylittää tavoitellut kustannukset. Jos yritys menettää hallintansa tuotteen käytön aikana, seurauksena voi olla asiakkaan turhautuminen ja tyytymättömyys tuotteeseen tai vielä pahempaa, loukkaantuminen tai kuolemantapaus. PLM antaa läpinäkyvyyttä tuotteen elinkaaren ajan ja se tarjoaa johtosektorille näkyvyyttä siitä, mitä tuotteille todella tapahtuu. Ilman PLM-järjestelmää he kohtaavat usein valtavan määrän ristiriitaisia tietoja tuotteista. PLM antaa johdolle mahdollisuuden hallita kokonaisuuksia paremmin. Kun avainhenkilöillä on pääsy oikeisiin tietoihin, he voivat tehdä parempia päätöksiä. PLM antaa yritykselle mahdollisuuden vähentää tuotteiden materiaali- ja energiakustannuksia tuotekehitysprosessin varhaisessa vaiheessa. Tämä järjestelmä tarjoaa työkalut ja tiedon niiden minimoimiseksi. (Stark 2007.)

Taulukko 1. PLM:n neljä hyötyaluetta (Stark 2007, muokattu)

<ul style="list-style-type: none"> • Pääsy aiemmin markkinoille • Tuotekehityskustannusten aleneminen • Tuotteen käyttöiän pidentäminen • Pienentää palautuskustannuksia 	Taloudellisen suorituskyvyn nostaminen
<ul style="list-style-type: none"> • Vähentää projektiajan ylitystä • Vähentää tekniseen muutokseen tarvittavaa aikaa • Vähentää markkinoille saattamiseen kuluva aikaa 	Ajan lyhentäminen
<ul style="list-style-type: none"> • Vähentää valmistuksessa ilmeneviä vikoja • Vähentää palautuksien määrää • Vähentää asiakasvalituksia 	Laadun parantaminen
<ul style="list-style-type: none"> • Uusien tuotteiden julkaisuasteen nostaminen • Osien uudelleenkäyttö- kertoimen nostaminen • Tuotteiden jäljitettävyyden parantuminen. 	Liiketoiminnan parantaminen

3.3 Tuotetiedon hallinta (PDM)

PDM-järjestelmän avulla voidaan hallita tuotteen kehittymistä. Lisäksi se muodostaa tarvittavat vaiheistukset ja työkalut täsmällisellä tuotetiedolla juuri oikeaan aikaan ja juuri oikeassa muodossa koko tuotteen elinkaaren ajan (Crnkovicm, Asklund & Dahlqvist 2003).

PDM järjestelmän perustoiminnot

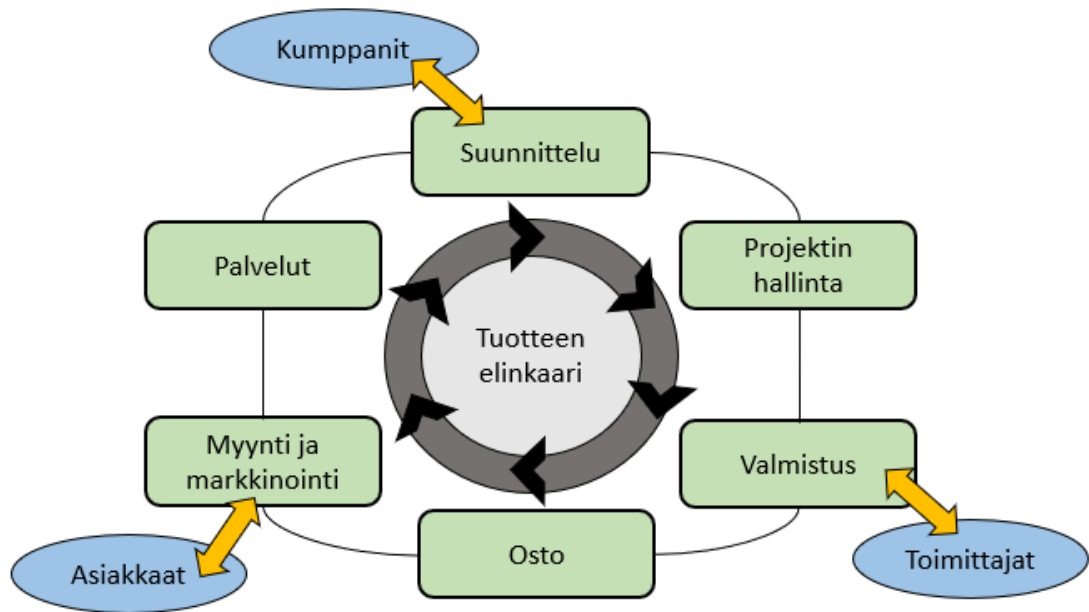
Järjestelmän toiminnot jaetaan yleensä kahteen eri kategoriaan: käyttäjätoimintoihin ja hyödyllisyystoimintoihin. Käyttäjätoiminnot tarjoavat käyttäjille funktionaalisuutta PDM-järjestelmään. Erilaiset käyttäjät saattavat työskennellä erilaisten osajoukkojen kanssa. Käyttäjä saattaa olla kuluttaja (tarkastelee tietoja) tai tuottaja (luo tietoa). Käyttäjätoiminnot jaetaan viiteen eri kategoriaan (Crnkovicm ym. 2003):

- tietovarasto ja tiedon hallinta (Data vault and document management)
- työnkulku ja prosessin hallinta (Workflow and process management)
- tuoterakenne hallinta (Product structure management)
- luokittelun hallinta (Classification management)
- järjestelmän hallinta. (Program management).

Hyödyllisyystoiminnot tarjoavat käyttöliittymän erilaisten työskentely-ympäristöjen välille ja selkeyttävät niiden käytettävyyttä käyttäjille. Hyödyllisyystoiminnot jaetaan myös viiteen eri kategoriaan (Crnkovicm ym. 2003):

- viestintä ja ilmoittaminen (Communications and notification)
- tietoliikenne ja translaatio (Data transport and translation)
- imago palvelut (Image services)
- hallinto (Administration)
- sovellusten integroiminen. (Application integration).

PDM eroaa PLM-järjestelmästä sen atomistisesta toimintatavasta, sillä PDM keskittyy kokonaisuudessa yhteen tiettyyn komponenttiin (ks. kuvio 9), eli esimerkiksi myynti ja markkinointi eivät ole suorassa yhteydessä toisiinsa. (Stark 2007, 117).



Kuvio 8. Tuotteen elinkaaren tukeminen PDM-järjestelmällä (Crnkovicm, ym 2003, muokattu)

3.4 Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP)

ERP-järjestelmät ovat tietokonepohjaisia järjestelmiä, jotka on suunniteltu käsittelemään organisaation tiedonsiirtotapahtumia ja tuotantoa, helpottamaan integroitua ja reaaliaikaista suunnittelua sekä asiakkaan yhteydenpitoa organisaatiolle. ERP-järjestelmää voidaanakin myös kutsua liiketoiminnan hallintajärjestelmäksi, joka pyrkii yhdistämään organisaation näkökannat, eli sen avustuksella kyetään huolehtimaan suunnittelusta, valmistuksesta, myynnistä ja markkinoinnista. (Olson 2011.) ERP-järjestelmillä oletetaan olevan seuraavia erityisiä ominaisuuksia (O’Leary 2000):

- Järjestelmät ovat pakattuja ohjelmistoja, jotka on suunniteltu asiakkaan palvelinten ympäristöön.
- Järjestelmät sisältävät suurimman osan liiketoimintaprosesseista.
- Järjestelmät käsittelevät suurimman osa organisaatioiden liiketoimista.
- Järjestelmät käyttävät koko yrityksen tietokantaa.
- Järjestelmät mahdollistavat pääsyn tietoihin reaaliajassa.
- Järjestelmiä voidaan paikallisesti mukauttaa ilman ohjelmointia (esim. asetusten vaihtaminen).

Yhdellä kertaa siirretyn viimeistellyn datan vieminen kaikille käyttäjille ERP- järjestel-

mään vähentää virheen ilmenemisen määrää sekä nopeuttaa prosessia kokonaisuudessaan. Toisaalta ERP-järjestelmiä pidetään vähemmän joustavina, mutta silti niistä saatavat hyödyt tukevat organisaatiota. (Olson 2011.) ERP-järjestelmillä on kokonaisuudessaan hyviä sekä huonoja puolia (ks. Taulukko 1), joita Olson (2011) on esitellyt kirjallisuudessaan.

Taulukko 2. ERP-järjestelmän tekijät (Olson 2011)

Tekijä	Hyvää	Haittoja
<i>Järjestelmän integraatio</i>	Ymmärryksen paraneminen käyttäjien välillä	Vähemmän joustavuutta
<i>Datan integraatio</i>	Tiedon siirtämisen tarkkuus laadullisesti	Muutoksien teko hankalaa
<i>Käytännöt</i>	Järjestelmien käyttötehokkuuden kasvaminen	Käytäntöjen vakiinnuttaminen, joka tuo vähemmän vapautta ja poistaa luovuutta käyttäjiltä
<i>Laskennan kustannukset.</i>	Suunniteltu tehokkaampi järjestelmä.	Tarpeiden muuttumisen mahdollisuus, käyttökoulutuksia ei välttämättä budjetoida, piilotetut käyttökustannukset järjestelmässä.

3.5 Osaluettelorakenteet

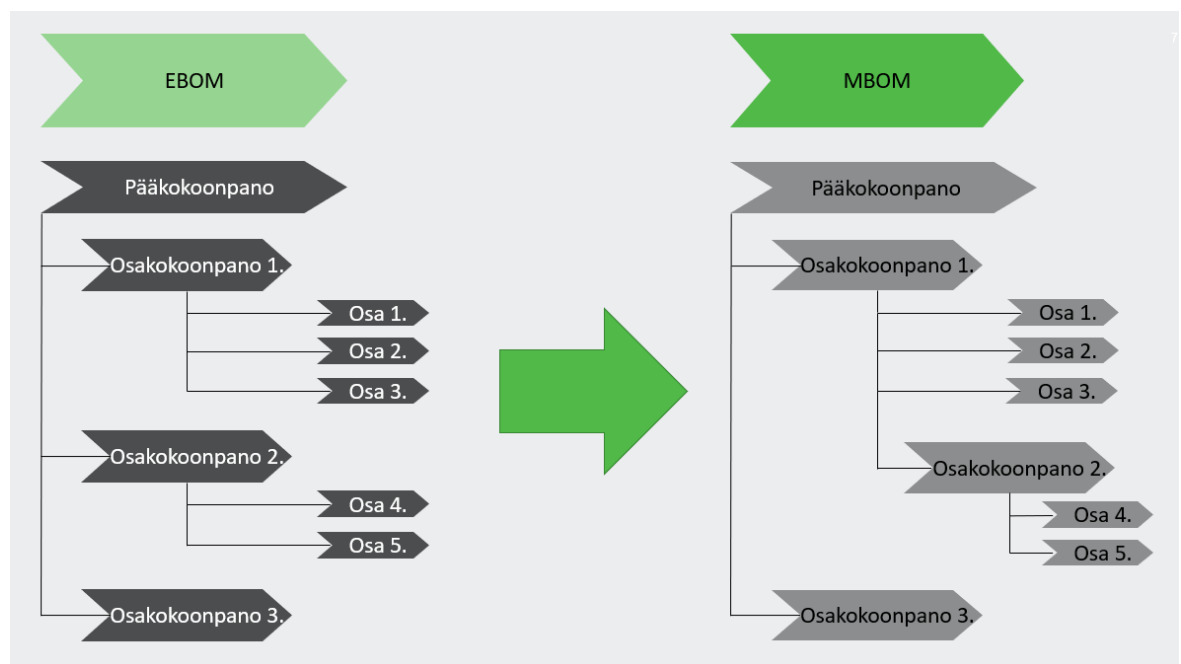
Osaluettelo (BOM) on laaja lista komponenteista, kokoonpanoista, raakamateriaaleista ja muista linkitetyistä dokumenteista, joiden vaatimuksena on kuvata tuotetta kokonaisuutena halutuista näkökulmista (esim. suunnittelun, valmistuksen ja huollon näkökulmasta). Näitä kutsutaan seuraavilla termeillä:

- suunnitteluosaluettelo (Engineering- BOM tai EBOM)
- valmistusosaluettelo (Manufacturing- BOM tai MBOM)
- huollonosaluettelo. (Service- BOM tai SBOM).

Osaluettelo (BOM) tai tuoterakenne yleensä esitetään hierarkisessa formaatissa.

Ylimmällä tasolla esitetään valmis tuote kokonaisuudessaan ja alatasoilla esitetään sen yksittäisiä osia, komponentteja ja materiaaleja. Suunnitteluosaluettelo (EBOM)

on laadittu suunnitteluosaston toimesta ja sillä yleensä kuvataan tuotteen geometrisen CAD-rakenne sisältäen tuote-dokumentoinnin eli työpiirustukset. EBOM-rakenteeseen myös liitetään materiaalit, joita ei mallinneta tai suunnitella (esim. öljy). Valmistusosaluettelo (MBOM) on konfiguraatio tuotteesta, jolla kuvataan sen valmistaminen, kokoonpano ja huoltotoimenpiteet. MBOM yleensä sisältää jäsenllyn listan kokoonpanoista ja alikokoonpanoista, jotka kuvaavat valmistusprosessia. (Stekolschik 2017.) Valmet Technologies Oy:n tapauksessa MBOM-rakennetta voidaan kutsua toimitusrakenteeksi, koska se siirtyy sellaisenaan ERP-järjestelmään. MBOM-rakenne sisältää myös kaikki välineet ja työkalut tuotteen valmistamiseksi. Se sisältää myös pakkausmateriaalin, käyttäjämanuaalit sekä esitteet, jolloin tuotteesta saadaan lähetysvalmis järjestelmään. MBOM kuvaa tuotteen todellista valmistusprosessia, jolloin sen rakenne muuttuu sen mukaan kuin sen on tarpeellista muuttua. Tällöin EBOM-tasot muutetaan valmistuksen näkökannan mukaan todellista vastaavaksi (ks. Kuvio 10.). Osa tasoista saattaa poistua kokonaan tai muuttua ns. alikokoonpanoksi osaluettelorakenteeseen. (Stekolschik 2017.)

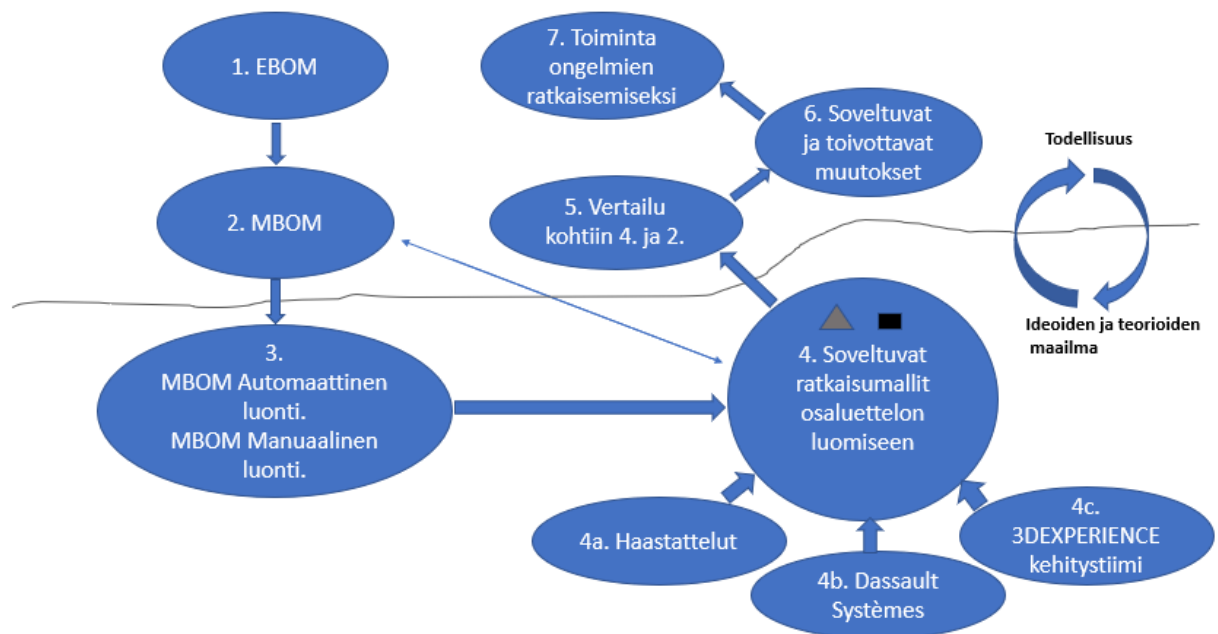


Kuvio 9. EBOM-transformaatio MBOM-osaluetteloksi

4 Tutkimuksen toteutus

4.1 Ongelmanratkaisuprosessi

Tutkimus toteutettiin soveltamalla toimintatutkimuksen ja pehmeän systeemianalyysin mallia. Projektin luonteen vuoksi koettiin sopivaksi yhdistää kahden tutkimusmenetelmän parhaat puolet, vaikkakin molemmat ovat samantapaisia menetelmiä ongelmanratkaisun suhteen. Tutkimuksessa sovellettu ongelmanratkaisuprosessi (ks. kuvio 11) pohjautuu Checkland 1986 menetelmän malliin (ks. kuvio 5.). Molemmissa tutkimusmenetelmissä analysoidaan kohdattu ongelma, etsitään mahdolliset ratkaisumenetelmät, testataan ratkaisumallia ja lopuksi toimitaan lopullisen päätöksen perusteella, eli aloitetaan prosessi alusta tai suoritetaan toimenpiteet ongelman poistamiseksi. Sekundaariaineistona käytetty Sebastian Sjöbergin (2019) opinnäytetyö aiheesta ”Telan osaluettelo PLM-ympäristössä” toimi tämän opinnäytetyön ohjaavana työohjeena MBOM- luomisessa.



Kuvio 10. SymBeltn MBOM-ratkaisuprosessi

4.2 Aikaisemmat tutkimukset

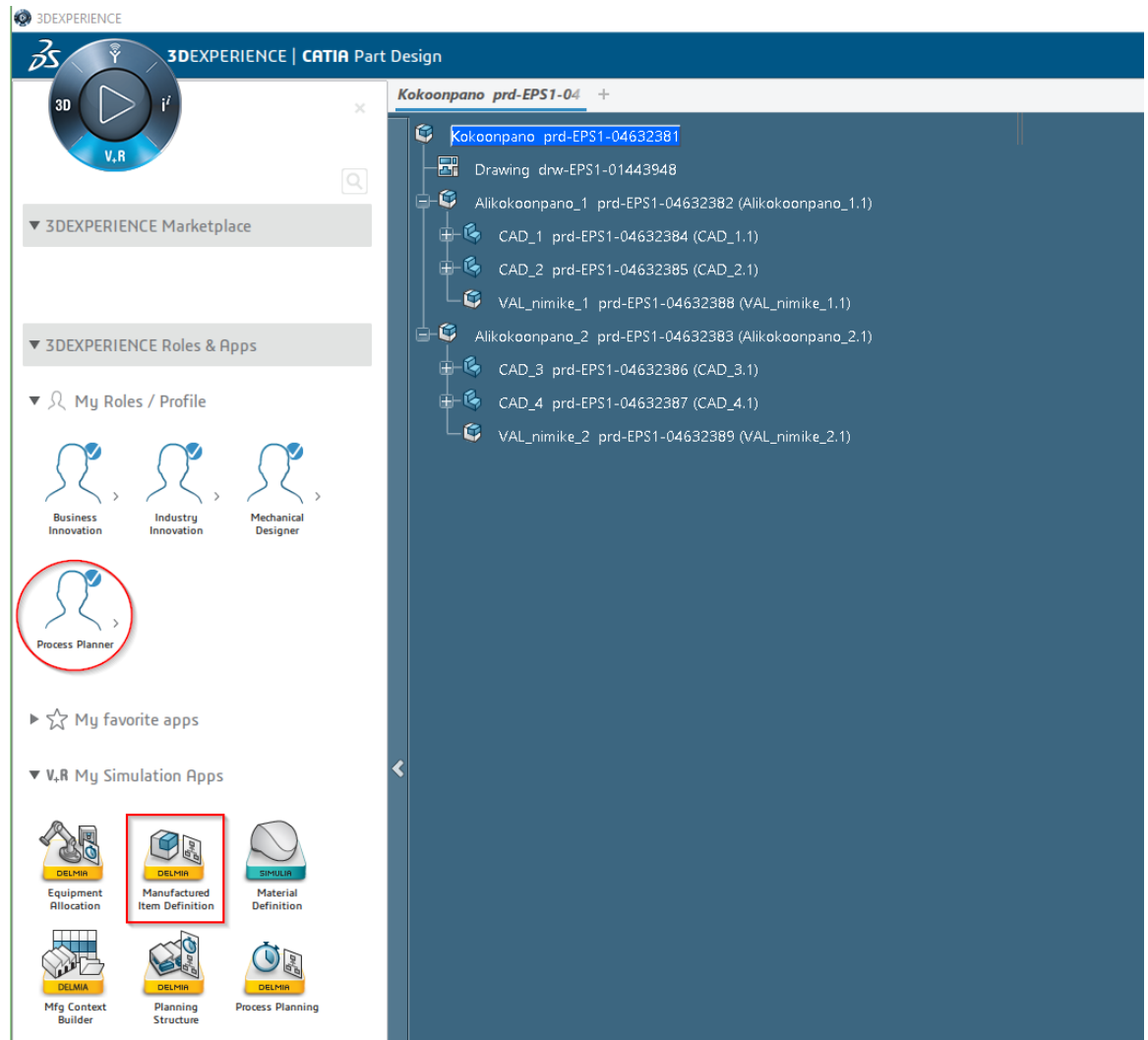
Valmistusosaluettelon muodostamisesta on laadittu akateemisia tutkimuksia Oulun yliopistossa Lauri Laakon (2018) sekä Jyväskylän ammattikorkeakoulussa Sebastian Sjöbergin (2019) toimesta. Molempien tutkimusten sisältö perustuu valmistusosaluettelon muodostamiseen 3D-rakenteesta. Tutkimukset on toteutettu aikaisessa vaiheessa, jolloin Valmet Technologies Oy:lla ei ollut valmiina toimintatapoja osaluettelon muodostamiseen. Tällä hetkellä Valmetin sisäisestä intrasta löytyy työohjeita, esimerkkejä ja tietoa MBOM-osaluettelon luomisesta, jotka on laadittu Valmetin 3DEXPERIENCE-kehitystiimin toimesta. Suurin osa ohjeistuksista on keskeneräisiä, eikä niitä ole vielä laitettu yleiseen jakoon. Toisaalta näin ei ole tarkoituskaan, koska PLM-järjestelmän käyttöönotto on suunniteltu tapahtuvan aikaisintaan syksyllä 2020. Tässä tutkimuksessa hyödynnetään aikaisempia tutkimuksia ja Valmetin intran materiaalia, joten tutkimuksen resursseja ei tarvitse kuluttaa yleisten periaatteiden ja toimintatapojen selvittämiseen MBOM-osaluettelon muodostamisessa. Valmet Technologies Oy:n 3DEXPERIENCE-kehitystiimi toteuttaa säännöllisesti kokouksia ja palaveria työpaja-periaatteella, jolloin tiimin jäsenet pystyvät jakamaan ratkaisuja kohdattuihin ongelmiin ja pohtimaan yleisiä toimintamalleja ja periaatteita valmistusosaluettelon luomiseen organisaatiossa.

5 Simulointiprosessi

5.1 MBOM-osaluettelon muodostaminen

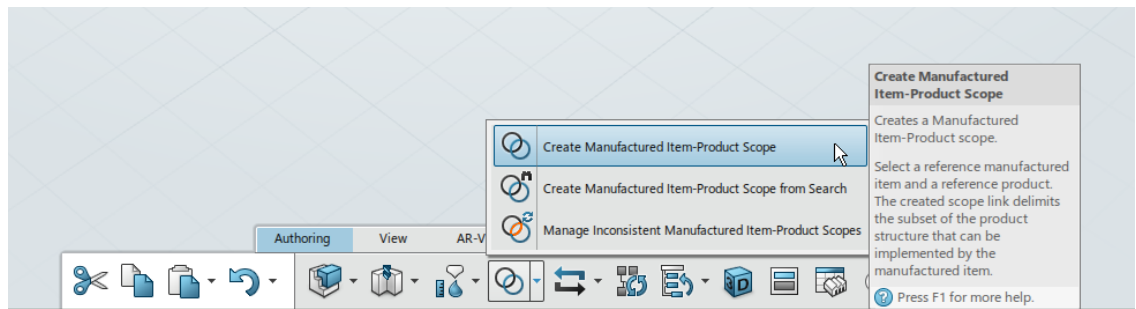
MBOM-osaluettelo voidaan muodostaa joko manuaalisesti tai automaattisesti. Automaattinen toimintamalli perustuu suoraan kokoonpanosta valmistusosaluettelon luomiseen. 3DEXPERIENCE:n Catia-sovelluksella laaditaan kokoonpano, johon kuuluu työpiirustus sekä kaksi erillistä alikokoonpanoa, jotka sisältävät kaksi valmistettavaa tuotetta, tässä tapauksessa vaikkapa levytuotteita. Lisäksi molempien alikokoonpanojen alla on yksi VAL-nimike eli valmisosa. Tämä valmisosa voi olla ruuvi tai vastaava tuote. Kun Catia Assembly Designer -sovelluksessa todetaan, että kokoonpano on

valmis ja se on valmis siirrettäväksi eteenpäin organisaatiossa, voidaan aloittaa MBOM-osaluettelon generointi. Catian ollessa aktiivisena ja kokoonpanon ylin taso valittuna, käyttäjä siirtyy Process Planner -roolin avulla Delmian Manufactured Item Definition -sovellukseen (ks. Kuvio 12), jolla luodaan itse MBOM-osaluettelo.



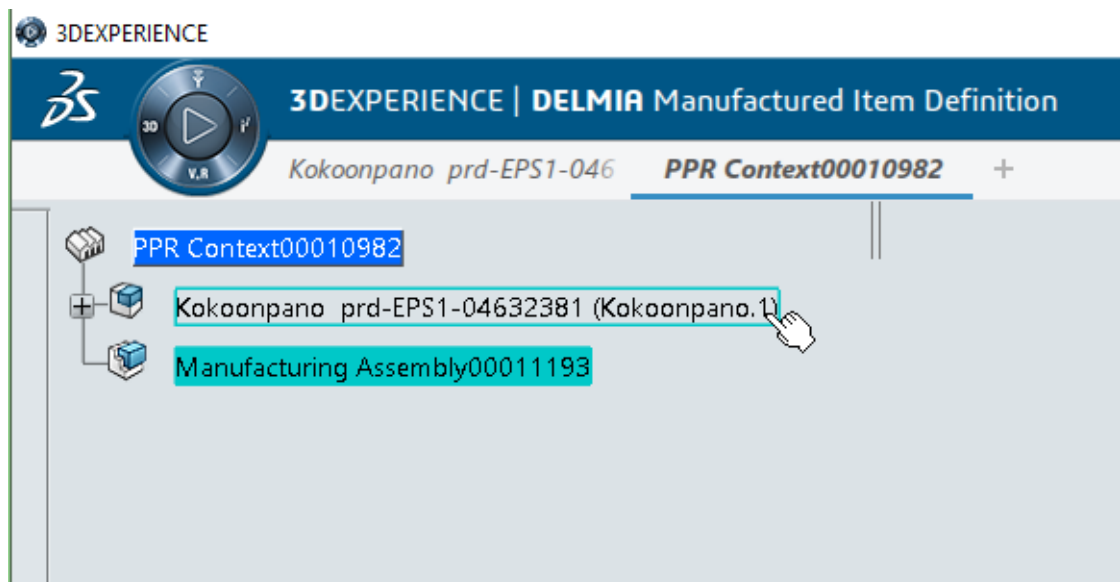
Kuvio 11. Delmia-sovelluksen käynnistäminen

Kun käyttäjä on suorittanut Delmia-sovelluksen avaamisen, sovellus avautuu automaattisesti ja luo tiedostolle automaattisen PPR Context -tunnuksen, jonka alle rakentuu itse osaluettelon rakenne. Tämän jälkeen käyttäjä valitsee alakäyttöpalkista Create Manufactured Item-Product Scope -toiminnon (ks. kuvio 13), jolla sovellus implementoi kokoonpanon ja muodostaa tuotteen valmistuslinkityksen rakenteen ylimmällä tasolla.



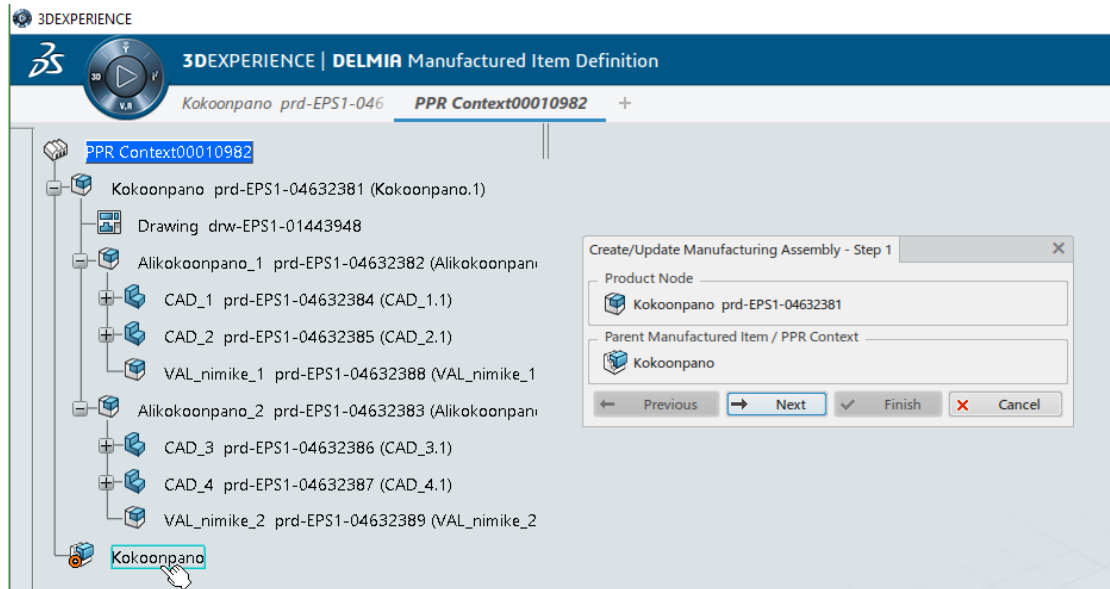
Kuvio 12. Product Scope -linkin luominen

Product Scope -komennon viimeistelemiseksi tarvitsee käyttäjän valita valmistuskoonpano sekä kokoonpano, johon halutaan tässä tapauksessa viitata (ks. kuvio 14).

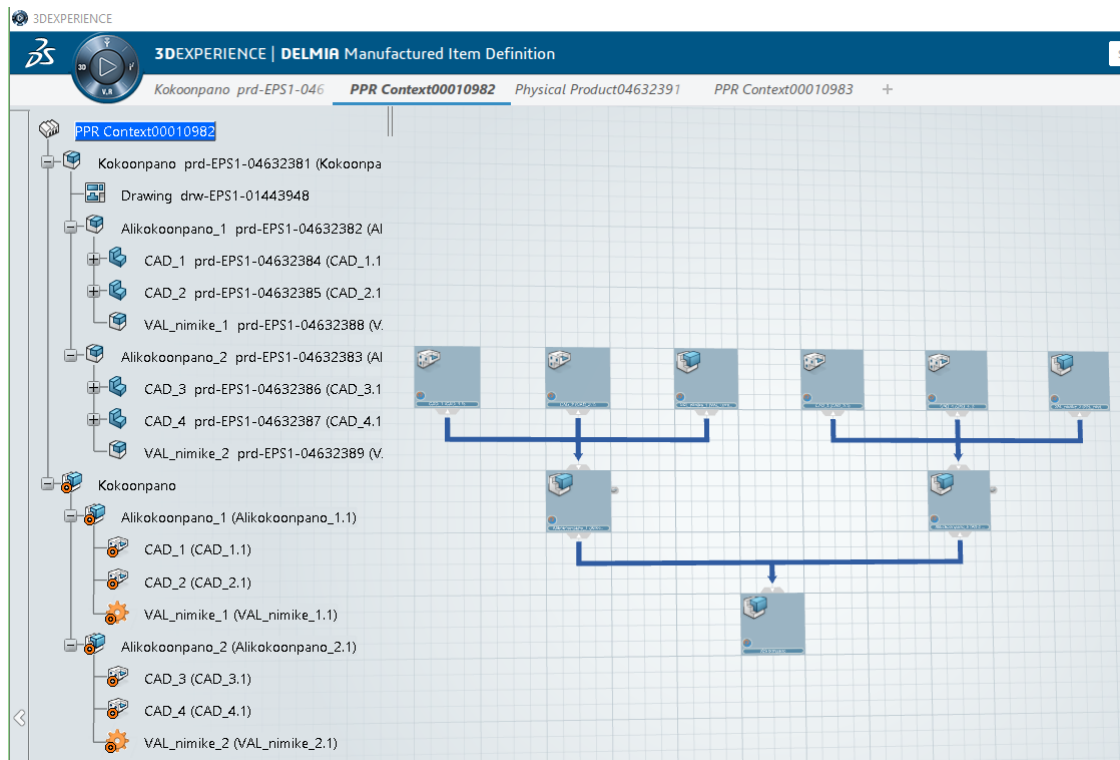


Kuvio 13. Kokoonpanon viittaus

Tämän valinnan jälkeen Create/Update Manufacturing Assembly -työkalulla hyväksytään kolme erillistä vaihetta (ks. kuvio 15), jonka jälkeen työkalu generoi VAL- nimikkeet ja valmistettavat osat uudelleen MBOM-osaluetteloa varten.



Kuvio 14. Generoinnin hyväksyminen



Kuvio 15. Luotu valmistuskokoonpano

Generoinnin jälkeen sovellus on luonut PPR Contextin alle valmistuskokoonpanon (ks Kuvio 16), joka käsittää myös MBOM-valmistusosaluettelon, joka voidaan havainnoida punaisista renkaista kullakin tasolla. Generoinnissa järjestelmä tunnistaa auto-

maattisesti työpiirustuksen, jota ei tarvita valmistusosaluettelossa. Lisäksi generoinnin jälkeen sovellus tunnistaa järjestelmästä VAL-nimikkeet luodessaan niille ns. oranssit rattaat.

5.2 Suoritettu simulaatio

Tutkimuksesta laadittiin suunnitelma prosessin simuloimiselle (ks. taulukko 2), jotta simulointia ja sen eri vaiheita merkityksineen pystyttiin havainnoimaan ja ymmärtämään paremmin. Simulointisuunnitelman rakenteen laatimisessa viitattiin pehmeän systeemanalyysin toimintamalliin (ks. kuvio 5). Suunnitelman mukaisen simuloinnin aloittamisen jälkeen määritettiin ennakkoon ensimmäiset attribuuttimuutokset EBOM-rakenteen puolella ennen ensimmäistä simulointia. Customer Extension -attribuuttikomennolla ”ENG_NotMBOM” voidaan määrittää, että EBOM-rakenteen skeleton-tasot, telan pintamateriaalit ja painopiste-tasot jätetään kokonaan pois, koska ne eivät kuulu valmistusosaluettelon sisältöön. Kun MBOM-osaluettelo oli laadittu Delmia-työkalulla, pystyttiin nopeasti havaitsemaan ensimmäiset virheet ja poikkeamat, joita järjestelmä loi osaluettelon yhteydessä. Delmian PPR Spreadsheet -työkalulla saadaan osaluettelo XLS-tyyppiseen näkymään, joka tutummin on Excel-formaatti. Delmian MBOM-osaluettelossa oli tällöin 3898 nimikeriviä, kun taas PDM MBOM -osaluettelossa oli 469 nimikeriviä. Suurin rakennemuutoksen aiheuttaja olivat VAL-nimikkeet. Jokainen valmistusosaluettelon VAL-nimike loi yhden tiedostorivin erikseen osaluetteloon, vaikka kyseinen nimike pitäisi esiintyä kerran ja kontekstissa ilmaista kokonaismäärä.

Taulukko 3. Simulaatiosuunnitelma

Vaihe	Simulaatiosuunnitelma
1	Tuoterakenteen EBOM- ja MBOM-osaluettelon alustava taulukkovertailu
2	Poikkeavuuksien kirjaaminen ja analysointi
3	MBOM-osaluettelon attribuuttitietojen tarkastelu
4	Tasojen ohjausten analysointi ja muutoksien määrittely
5	Valittujen toimenpiteiden toteuttaminen ja MBOM-osaluettelon päivittäminen
6	Tulosten tarkastelu ja simulaatiokierron aloittaminen alusta

Taulukkovertailu toteutettiin PPR Spreadsheet-näkymän ja PDM Excel -tiedoston välillä. Valmetin PDM-järjestelmästä voidaan etsiä haluttu tuoterakenne ja muodostaa siitä XLS-tiedosto. Kun tuoterakenne saatiin siirrettyä PDM-osaluettelon Excel-ohjelmistoon, pystyttiin lisäämään taulukkorakenteeseen funktiot sekä "Filter"-toimintoja taulukon "Ryhmittele"-navigoinnin avuksi (ks. kuvio 17). Tällöin kyettiin analysoimaan haluttuja rivejä tarkemmin ja yksityiskohtaisesti.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	PDM EBOM ja DELMIA MBOM osaluetteloiden vertailu										MBOM OK	EI LÖYDY MBOM	VÄÄRÄ SIJAINTI MBOM	VÄÄRÄ NIMIKE	LISÄTTY KOMMENTTI	
2											3	5	2	1	6	
3																
4																
5																
6																
7																
8		Level	Pos	Object	Rev.	Old Rev.	Status	Title	Technical Designation	Net Qty	Unit					
9	1	0	QWERTYXXXXXX	02	01	Released	Description	Specific details	xx	xx		1				1
10	2	1	QWERTYXXXXXX	01	00	Released	Description	Specific details	xx	xx		1				1
11	2	0	QWERTYXXXXXX	00	00	Released	Description	Specific details	xx	xx			1			1
12	1	0	QWERTYXXXXXX	01	01	Released	Description	Specific details	xx	xx			1			1
13	2	0	QWERTYXXXXXX	02	00	Released	Description	Specific details	xx	xx		1				1
14	2	0	QWERTYXXXXXX	03	00	Released	Description	Specific details	xx	xx	1					
15	3	0	QWERTYXXXXXX	04	01	Released	Description	Specific details	xx	xx		1				
16	1	0	QWERTYXXXXXX	05	00	Released	Description	Specific details	xx	xx				1		1
17	2	0	QWERTYXXXXXX	06	00	Released	Description	Specific details	xx	xx		1				
18	2	0	QWERTYXXXXXX	07	01	Released	Description	Specific details	xx	xx	1					1
19	3	0	QWERTYXXXXXX	08	00	Released	Description	Specific details	xx	xx		1				

Kuvio 16. Esimerkki osaluetteloiden vertailusta XLS-formaatissa

Delmian osaluettelon tasorakenteet eroavat merkittävästi verrattuna PDM- osaluetteloon. Kokoonpanotasot eivät monessa tapauksessa sijainniltaan täsmää EBOM-rakenteesta muodostettuun MBOM-osaluetteloon. Tähän suurimpana vaikuttajana on tasojen ja nimikkeiden positionumerojen puuttuminen MBOM- osaluettelosta. Näiden puuttuessa Delmia ryhmittelee kohdetyypit järjestykseen käytännössä niiden nimien perusteella.

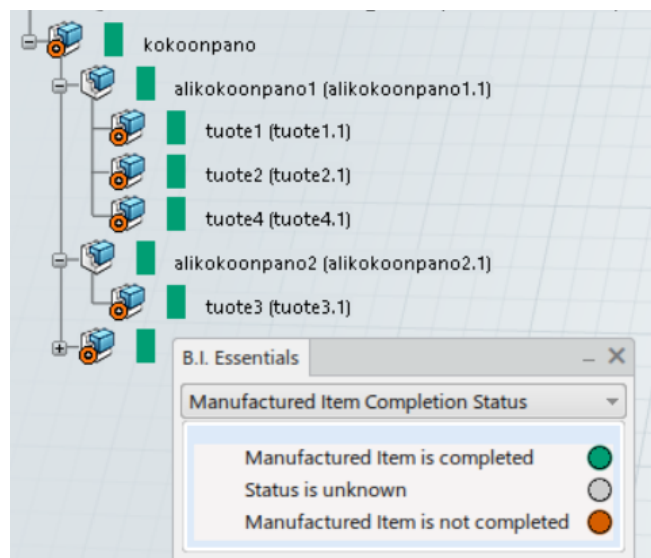
5.3 Teemahaastattelu

Haastattelussa käytiin haastateltavan, ratkaisuarkkitehti Leducqin, kanssa läpi tutkimuksen määritetyt teemat (ks. liite 1) ja keskusteltiin niiden ympärille muodostuneista aihealueista. Leducq tarkensi aluksi haastattelijalle scope-linkkien muodostumista, mikä oli jäänyt aiemmin hieman epäselväksi. Tarkoituksena oli siis selvittää implement-linkkien käyttäytymistä ja niiden rakentumista. Delmia Manufacturing Item Definition -sovelluksessa Drag 'n' drop -toimintoa käytettäessä muodostetaan implement-linkki, jonka toimivuus täytyy tarkistaa BI essentials -työkalua käyttämällä (ks. kuvio 18).

Ennen tarvittavien implement-linkkien luomista suunnittelija joutuu poistamaan kohteena olevista tasoista scope-linkin, jottei synny virheitä tasojen välille. BI essentials -värikoodien perusteella suunnittelija pystyy varmentumaan siitä, että linkki on muodostunut onnistuneesti, eikä se ole rikkoutunut. Haastattelussa käytiin läpi myös referenssi- ja instanssitason "NotMbom"-attribuuttimäärityksiä. Leducq painotti, että referenssitasolla "NotMBom" vaikuttaa kaikkiin muihin olemassa oleviin kokoonpanoihin 3DEXPERIENCE-alustassa, joissa kyseiset nimikkeet ovat käytössä. Todennäköisesti kyseisen attribuutin käyttäminen on siis vähäistä ja ainakin erittäin harkittua. Toistaiseksi kyseinen referenssitason attribuutti ei ole toiminnassa, koska järjestelmässä on työnalla useita kehityskohteita. Instanssitasolla määritetyn "NotMbom" ja "phantom" attribuuttien käyttökohteista Leducq mainitsi, että "NotBom"-attribuuttia tulee käyttää nimenomaisesti täysin pois jätettäviin tasoihin ja että "phantom"-

attribuutilla halutaan piilottaa ohjaavat tasot, joilla ei myöskään ole merkitystä MBOM-osaluettelossa. Molemmilla saadaan käytännössä sama vaikutus.

Instanssitason ”ENG_Set_Quantity” attribuutin käyttämistä ei Leducqin mukaan suositella. Jos nimikkeelle määritetään kokonaismäärä ja se sisältää MBOM-osaluettelossa vain yhden nimikkeen, niin kokonaismäärää ei tällöin voida esimerkiksi puolittaa eri tasojen välillä, mikä saatetaan joutua tekemään valmistusteknisistä syistä johtuen. Leducqin mukaan ERP-järjestelmä kykenee implementoimaan tiedon siten, että järjestelmä sisältää yhden nimikerivin, jonka kontekstissa on kokonaismäärä. Keskustelimme myös valmistusosaluettelon työpiirustuksen laatimisen toteuttajasta ja toteutuksen ajankohdasta. Pohdimme, että sen tulisi olla suunnittelija, joka muodostaa lopullisen MBOM-osaluettelon.

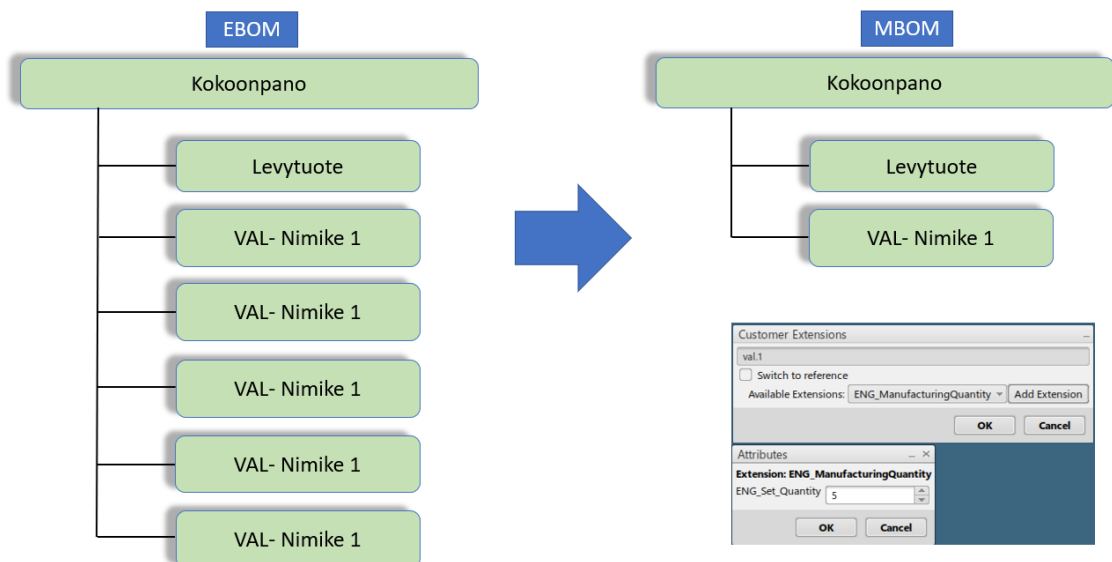


Kuvio 17. B.I. Essentials -työkalun väriohjaus

6 Työn tulokset ja ratkaisuehdotukset

Käyttäjän laatiessa MBOM-osaluetteloa hänen tulee varmistua siitä, että osaluettelon tarvittavat attribuuttimäärytykset on suoritettu Enovian Collaborative Lifecycle Management -sovelluksella. Määrytyksien jälkeen rakenne täytyy tallentaa järjestelmään. Muutoin siirtyessä Delmian Manufactured Item Definition -sovellukseen eivät määrytykset pysy aktiivisena ja haluttuja vaikutuksia ei saada. Valmet SymBelt Shoe

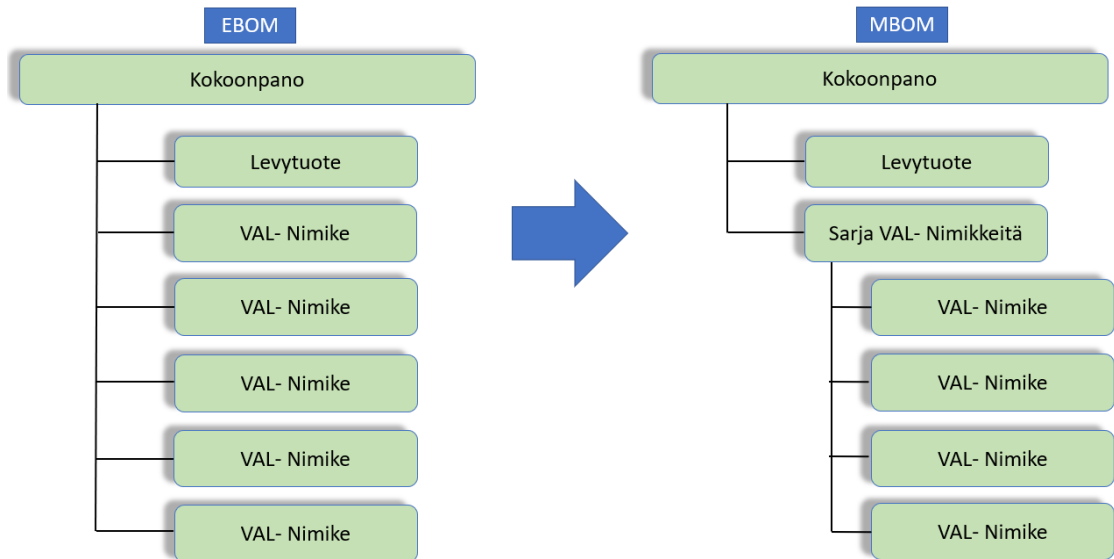
Press Roll D1300 -telan automaattisella Delmian generoinnilla jokainen kaupallinen tuote eli VAL-nimike loi yhden tiedostorivin PPR context-selaimeen sekä MBOM-rakenteeseen. Tämä ei ole toivottu tavoite, koska osaluettelo sisältää ylimääräisiä nimikerivistöjä, joka ohjautuu ERP-järjestelmään tällaisenaan, jos muutoksia tai määrittäyksiä ei tehdä. Toistaiseksi määritetty toimintamalli tämän ongelman ratkaisemiseksi on muuttaa yhden kyseisen oma valmistetun tai VAL-nimikkeen attribuuttitietoihin kokonaismäärä ja muihin kyseisiin VAL-nimikkeisiin ”NotInMBOM”-komento (ks. kuvio 19). Tällöin PPRSpreadSheet-näkymään saataisiin yksi rivi kyseistä nimikettä ja kohta ”ENG_Set_Quantity” kertoisi tarvittavan määrän. Tällöin tuloksena osaluettelo on rakenteeltaan kevyempi ERP-järjestelmää varten, mitä halutaan tavoitella.



Kuvio 18. Kokonaismäärän muuttaminen

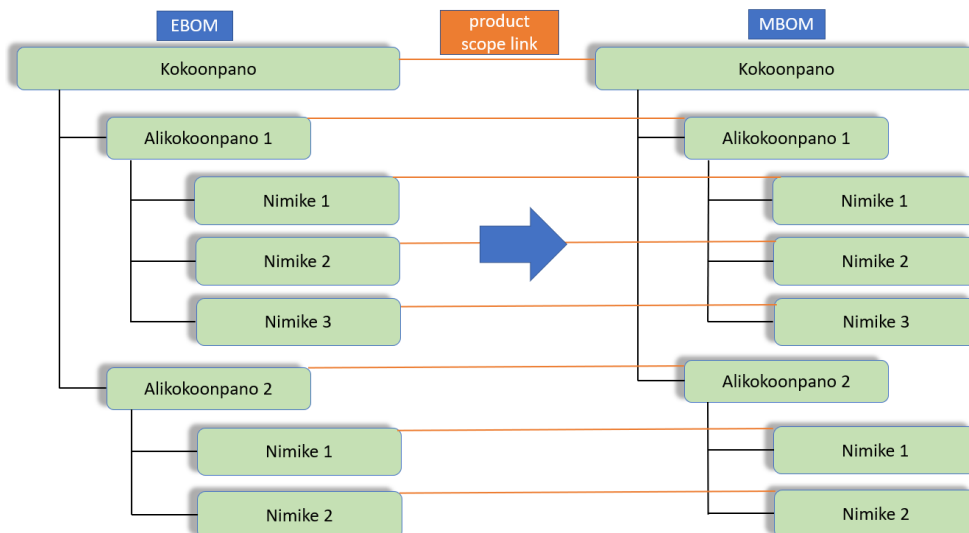
Teemahaastattelussa kävi ilmi, että kuvion 19 mukainen toimintamalli on realistisesti toteutettavissa ainoastaan sellaisissa tapauksissa, että organisaatio on täysin varma sisällön muuttumattomuudesta tulevaisuudessa. Tällä tarkoitetaan sitä, että sisältöä ei esimerkiksi jaeta eri tasojen välillä valmistusteknisistä syistä johtuen.

3DEXPERIENCE-kehitystiimi työskentelee määrittäen toimintamallia, jolla on tarkoitus hallita tasoja, jotka sisältävät useita samoja nimikkeitä. Tässä toimintamallissa halutaan säilyttää nimikkeiden määrä, mutta muuttaa attribuutteja siten, että ERP-järjestelmä kykenee implementoimaan yhden tiedon kontekstin kokonaismäärän kanssa (ks. kuvio 20).

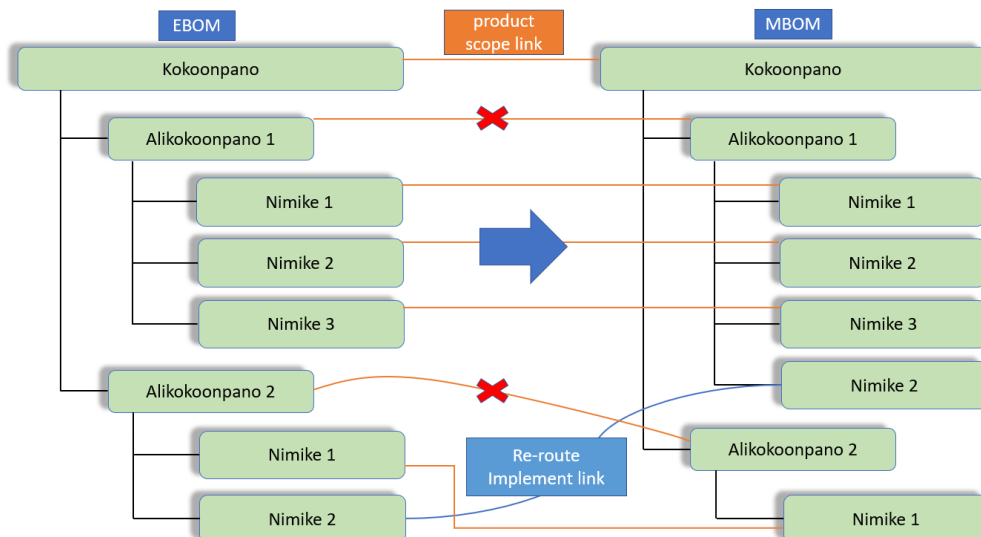


Kuvio 19. Toimintamallin menettelytapa

PPRSpreadSheet-työkalusta voidaan havainnoida, ettei minkään nimikerivin positionumero välity MBOM-osaluetteloon. Tämä tarkoittaa sitä, että numeerisella tasolla ei voida todeta nimiketietojen oikeaa ohjautumista MBOM-rakenteessa suhteutettuna PDM-osaluettelon rakenteeseen, jonka pitäisi olla sama. Tutkijan ratkaisuehdotus tähän on käyttää samaa Customer Extension -työkalua, mutta eri attribuuttia. Työkalun attribuuttimäärittäminen ”ENG_Position” muodostaa halutun positionumeron valitulle nimikkeelle, joka päivittyy onnistuneesti MBOM-rakenteeseen. Tutkijan simulaatiokokoonpanossa oli automaattisella generoinnilla muodostettu MBOM-rakenne Product Scope -linkin avulla. Tällöin kaikki nimikkeet, jotka muodostuvat kyseisen linkin alle, muodostavat samaisen vahvan Product scope -linkin kaikkien nimikkeiden välille. Simuloinnissa haluttiin varmistua Re-route -linkkien toiminnallisuudesta, kun nimikkeelle on määritetty attribuutti. Attribuutit antoivat halutun vaikutuksen ja täten kyseinen toiminnallisuus on mahdollista. Re-route -linkki voidaan muodostaa kaikista helpoiten käyttämällä ”Drag ’n’ Drop”-toimintoa, eli valitaan nimike ja siirretään se suoraan haluttuun tasoon (ks. kuvio 21, kuvio 22). Järjestelmä ilmoittaa uuden Implement -linkin luomisen mahdollisesta epäonnistumisesta, mutta linkin muodostaminen on kuitenkin mahdollista. Jotkin tasot kokonaisuudessa sijaitsevat väärässä paikassa, jolloin ratkaisuksi käy hyvin edellä mainittu toiminto.



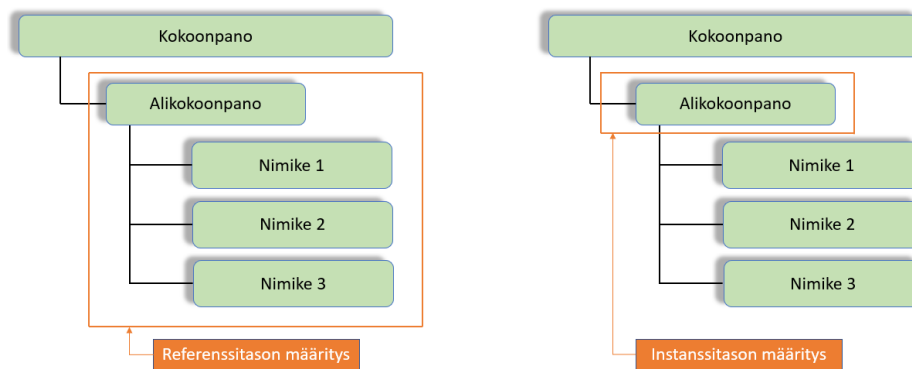
Kuvio 20. Scope-linkkien muodostuminen



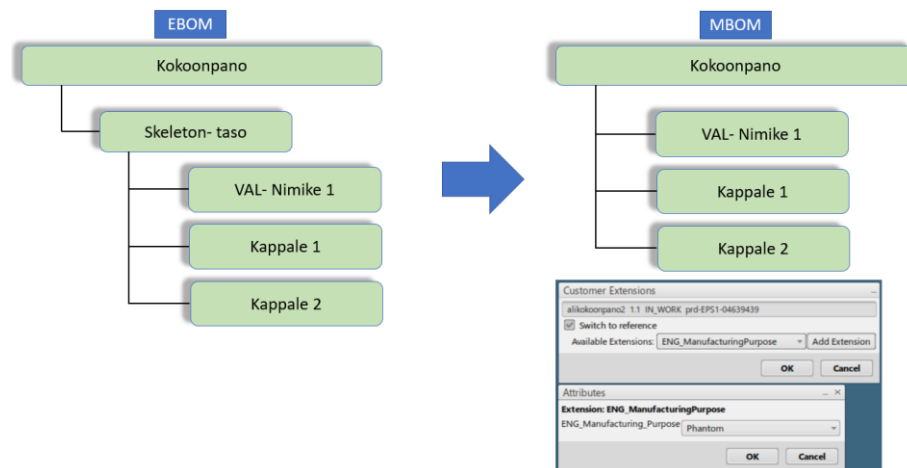
Kuvio 21. Scope-linkkien poistaminen tasoista

EBOM-rakenne sisältää useita tasoja, nimikkeitä ja kokonaisuuksia, joita ei siirretä MBOM-rakenteeseen. Työpiirustukset ja geometriset Skeleton-tasot ovat esimerkiksi tällaisia, jotka jäävät MBOM-rakenteen ulkopuolelle. Collaborative Lifecycle Management -sovelluksella voidaan suorittaa instanssi- tai referenssitason attribuuttimäärittäjiä. Järjestelmä on osittain vielä kehitystyön alla, eivätkä kaikki toiminnot anna haluttuja vaikutuksia. Kuitenkin tulevaisuudessa työn suorittajalle on tärkeää ymmärtää instanssi ja referenssin vaikutusten erot järjestelmää käytettäessä. Instance (in-

stanssi) tarkoittaa järjestelmän käytössä kyseistä tasoa tai nimikettä. Instanssilla halutaan vaikuttaa pelkästään yhteen tietoon. Reference (referenssi) -alueella halutaan vaikuttaa kaikkeen tietoon, joka on linkitetty tähän tasoon (ks. kuvio 23). Jos MBOM-rakenteesta halutaan jättää valikoitu ylimääräinen taso pois, käytetäänkin siis referenssi-tason "phantom"-attribuuttia. Kun järjestelmä lukee kyseisen attribuutin, se siirtää kaiken sen alla olevan tiedon ja tasot ylemmälle tasolle, joka on hahmotettu kuviossa 24.



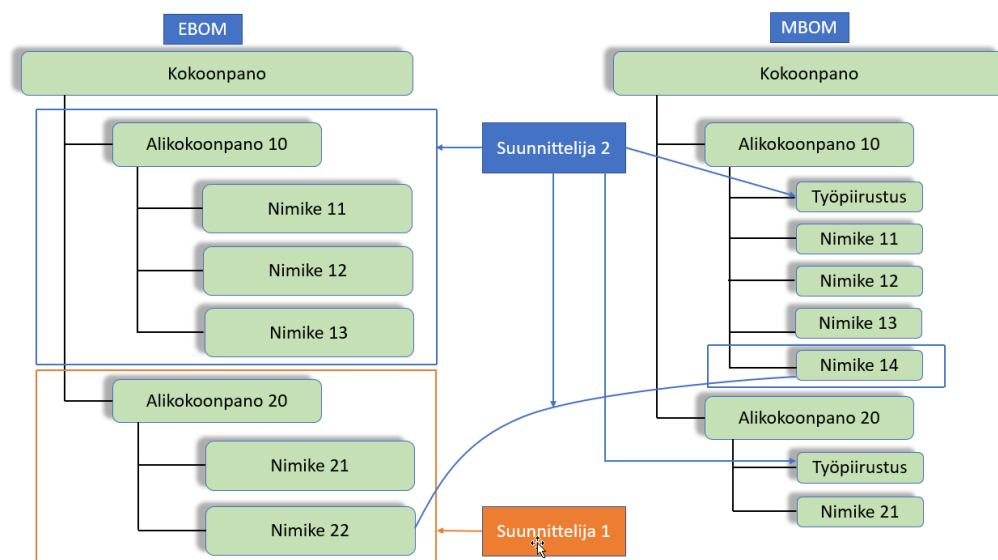
Kuvio 22. Referenssin ja instanssin eroavaisuudet



Kuvio 23. Skeleton-tason poistaminen kokoonpanosta

Erittäin olennaista on pohtia yhteisiä toimintamalleja attribuuttien määrittämiselle ja niiden varmentamiselle tulevaisuudessa. Kenkäpuristintela kokonaisuudessaan sisältää erilaisia alikokoonpanoja, jotka suunnitellaan ja mallinnetaan määritettyjen aikamääreiden kuluessa. Telan geometria ei siis valmistu viikossa eikä kuukaudessa.

Luonnollisesti ei siis ole järkevää määrittää yhdellä kerralla lopullisen kokoonpanon attribuutteja sen suuren työkuorman ja mahdollisen virheen muodostumisen takia. Ratkaisuehdotus tälle on määrittää attribuutit aina jokaiselle alikokoonpanolle erikseen, minkä voisi toteuttaa alikokoonpanon suunnittelija. Tällöin hetkellinen työkuorma attribuuttien laatimiselle on matala ja sen hyötysuhde korkea tulevaisuutta ajatellen. Kun alikokoonpanoon on määritetty attribuutit, se siirtyy automaattisesti lopulliseen kokoonpanoon ilman tarvittavia toimenpiteitä. Kuvitellaan skenaario kokoonpanon luomisesta (ks. kuvio 25), joka sisältää kaksi erillistä alikokoonpanoa. Suunnittelija 1. laatii työlle asetetun alikokoonpanon 20 valmiiksi lopullista kokoonpanoa varten ja määrittää tarvittavat attribuutit. Jossain myöhemmässä vaiheessa suunnittelija 2. saa valmiiksi työlle asetetun alikokoonpanon 10 ja tällöin EBOM on valmiina MBOM-osaluettelon generointiin. Suunnittelija 2. joutuu muodostamaan implement-linkin alikokoonpano 20:n ja alikokoonpano 10:n välille, jotta kyseisen nimikkeen siirto olisi mahdollista. Suunnittelijan 2. täytyy myös huomioida siirrettävän nimikkeen 22. kuvaus ja positio, koska ne täytyy päivittää vastaamaan alikokoonpano 10:n sisältöä. Lisäksi suunnittelija 2. joutuu myös laatimaan uudet työpiirustukset valmistukselle, koska alikokoonpanojen sisältö on muuttunut generoinnin jälkeen. Kun lopullinen kokoonpano on valmiina vapautukseen tuotannosuunnittelulle, suunnittelija pystyy tarkistamaan MBOM-osaluettelon tilan BI essentials -työkalua käyttäen ja varmistua siitä, että virheitä ei ole syntynyt generoinnissa.



Kuvio 24. Skenaario generoinnista

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa toimeksiantajalle ymmärrystä valmistus-osaluettelon luomisesta 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustalla. Tarkempana rajauksena oli keskittyä SymBelt Shoe Press Roll D1300 -kenkäpuristintelan tuoterakenteeseen. Tutkimuksessa valmistusosaluettelon rakenne käyttäytyi haastavasti luodessaan tuhansia nimikkeitä PPR Spreadsheet -työkaluun, minkä vuoksi sen tarkastelu ja analysointi oli raskasta. Tuloksena todettiin, että Symbelt-tuoterakenteesta ei voida sellaisenaan muodostaa MBOM-osaluetteloa, vaan ensin pitää suorittaa tarvittavat attribuuttimuutokset ja taso-ohjaukset 3DEXPERIENCE-ympäristössä.

Tehdyn vertailun perusteella voidaan todeta ja havaita valmistusosaluettelon rakenteen haastavan käyttäytymisen eri syyt. Useat sadat VAL-nimikkeet muodostavat kukin epätoivotusti oman tietorivin PPR SpreadSheet -työkaluun, vaikka tarkoituksena olisi säilyttää yksi VAL-nimike, jonka attribuuttitiedoissa näkyisi nimikkeiden kokonaismäärä. Lisäksi suunnitteluosaluettelo sisältää useita ohjaustasoja, joiden ei kuuluisi siirtyä valmistusosaluetteloon. Myös generoitu valmistusosaluettelon rakenne sisältää nimikkeitä ja tasoja, joiden sijainti ei täsmää toivottuun PDM-valmistusosaluetteloon. Edellä mainittujen virheiden poistaminen ja estäminen on kuitenkin realistista. Suunnitteluosaluettelon rakenteen yhteensopivuuden varmistaminen ERP-järjestelmään on mahdollista käyttämällä oikein määritettyjä työkaluja 3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustalla. Valmetin 3DEXPERIENCE-kehitystiimi työstää tämänkaltaisia toimintamalleja ja kehittää yleisiä periaatteita PLM-ympäristössä työskentelyyn. Toimintamalleja tutkiessaan kehitystiimi kohtasi ongelmia ohjelmistoalustan käyttämisessä. Koska tärkeät attribuuttimäärytykset eivät jostain syystä tuottaneet haluttua vaikutusta, kehitystiimin avainhenkilöiden piti työskennellä aktiivisesti myös Dassault Systèmesin asiantuntijoiden kanssa poistaakseen nämä virhetilat.

3DEXPERIENCE-ohjelmistoalustan kokonaisvaltainen käyttöönotto PLM-järjestelmäksi tulee viemään vielä aikaa. Kun toimintamallit ja yleiset periaatteet saadaan määritettyä, voidaan tulevaisuudessa saavuttaa uudella järjestelmällä sekä nykyisten että tulevien tuotteiden elinkaarien selkeämpi ja aktiivisempi hallinta. Vaikka

tutkimuksen aikana ohjelmistoalustan käyttäytyminen ei ollut täysin vakaata Enovian Collaborative Lifecycle Management -sovelluksessa, tutkimuksessa onnistuttiin osoittamaan, että tällä hetkellä olevien työkalujen avulla pystytään muodostamaan ERP-järjestelmän kanssa yhteensopiva valmistusosaluettelo. Valmistusosaluettelon luominen nykyisillä työkaluilla vaatii myös manuaalista työtä, mutta yhteensopivuus on mahdollista. Tämän toimintamallin integrointi telasuunnitteluun vaatii henkilöstön jatkokouluttamista sekä yhteisten toimintatapojen sopimista tuotannonsuunnittelun kanssa.

Opinnäytetyön aiheena tämänkaltainen järjestelmätutkimus ei ole konetekniikan insinööriopiskelijalle välttämättä tavanomaisin. Silti aihe istuu kyseiseen tutkinto-ohjelmaan erinomaisesti, koska järjestelmän käyttäjänä työskentely voi tulevaisuudessa olla opiskelijalle erittäin mahdollista. Tutkimusmenetelmäksi valitulla toimintatutkimuksella ja erityisesti simulointiprosessissa käytetyllä pehmeällä systeemianalyysillä päästiin tutkimusprosessin tehokkaaseen kiertorytmiin. Kiertorytmillä, eli syklistä käytettiin onnistuneesti sisällyttämään ongelmanratkaisuprosessiin toimintatutkimuksen piirteet, joita ovat suunnittelu, toimeenpano, havainnointi ja erityisesti reflektointi eli ymmärrys syklin tuloksesta, joka tutkimuksessa oli järjestelmän simuloinnin tulos. Lisäksi toimintatutkimus ja pehmeä systeemianalyysi antoivat riittävästi työkaluja ja tarjosivat lisäksi vapautta tutkimuksen toteuttamistapaan. Tämänkaltaista akateemista vapautta tarvittiin erityisesti tutkimuksen alkuvaiheessa, kun aihealue ja osaluettelorakenteiden käyttäytyminen eivät olleet vielä tuttuja, minkä vuoksi niiden perustoimintoja jouduttiin opiskelemaan.

Tutkimuksessa ei käyty läpi loppuun PDM- ja DELMIA-valmistusosaluetteloiden Excel-tilukkovertailua resurssien puutteen vuoksi. Jos nykyinen tuoterakenne valitaan tulevaisuudessa sellaisenaan tuotteeksi PLM-järjestelmän käyttöönotossa, eli rakenteellisia muutoksia ei tehdä, tällöin taulukkovertailu voidaan suorittaa kokonaisuudessaan loppuun asti jatkokehitystoimenpiteenä. Tutkimuksen alkuvaiheessa käyttölisenssejä ei oltu päivitetty, minkä vuoksi tutkimuksen suunniteltua aikataulua jouduttiin venyttämään kahden viikon verran. Tämän vuoksi toimeksiantajan ohjaavan tahon kanssa määritettiin tutkimuksen loppuajan tutkimuksellisesti tehokkain hyötyalue, joka oli simuloinnin ympäristöön keskittyminen.

Tutkimuksessa tehtiin yhteistyötä kehitystiimin kanssa viikottaisten työpajojen muodossa. Nämä tutkimuksen kannalta kriittiset tapaamiset peruuntuivat tutkimuksen puolivälistä eteenpäin koronapandemian aiheuttamien poikkeuksellisten olosuhteiden vuoksi. Koska tutkimuksen kannalta oleellisiin kysymyksiin ei tämän vuoksi saatu vastauksia tarpeeksi nopeasti, tutkimuksen teossa tuhlautui paljon resursseja keskittymällä epäolennaisiin asioihin. Järjestelmän tarkempi integroiminen telasuunnitteluun oli esimerkiksi tällainen asia, koska kehitystiimi olikin jo työskennellyt asian parissa ja saanut luotua toimintamallin tämän tiimoilta. Järjestelmää voidaan jatkossa tutkia, simuloida ja analysoida useista eri näkökulmista kehittämisen näkökannalta, mutta erittäin olennaista olisi aloittaa työskentely telatoimituksesta. Tämä asiakastilaus toimisi pilottina PLM-järjestelmän käyttöönotossa.

Lähteet

3DEXPERIENCE platform. N.d. Ohjelmistoalustan esittelysivu. Dassault Systèmes. Viitattu 7.2.2020. <https://www.3ds.com/about-3ds/3dexperience-platform/>.

Anttila, P. 2006. Tutkiva toiminta ja ilmaisu, teos, tekeminen. 2. painos. Hamina: Akatiimi.

Aho, R. 2018. Utilization of production planning tools in design for manufacturing of electric machines. Diplomityö. Espoon yliopiston avoin julkaisuarkisto. Viitattu 18.3.2020

Attribuutti. 2019. Tapa-termipankki. Käsitteen määritelmä sivustolla. Viitattu 23.3.2020. <http://www.tsk.fi/tapa/fi/haku/attribuutti>.

Attribuutti. N.d. Tieteen termipankki. Käsitteen määritelmä sivustolla. Viitattu 23.3.2020 <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:attribuutti>.

Mitä integraatio on ja miten se tehdään hyvin?. 2017. Artikkelit ATRsoft verkkosivuilla. Viitattu 23.3.2020. <https://www.atrsoft.com/2017/11/14/mita-integraatio-on-ja-miten-se-tehdaan-hyvin/>.

Integrate. N.d. Meaning of integration. Cambridge University, sanakirjapalvelu. Viitattu 23.3.2020. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/integrate>

Huoponen, S. 2020a. VAL-Nimike. Käsitteen selvitys telasuunnittelijalta.

Huoponen, S. 2020b. Skeleton (Catia-rakenne). Käsitteen selvitys telasuunnittelijalta.

Hästö, P. 2011. Matematiikka ja teknologia, kevät 2011. Matemaattisten tieteiden laitos. Oulun yliopisto. Viitattu 23.3.2020. http://cc.oulu.fi/~phasto/teach/matTekn/mt_2011_6.pdf

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas: Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2014. Toimintatutkimus kehittämistutkimuksen muotona: Miten kirjoitan toimintatutkimuksen opinnäytetyönä? E-kirja. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 10.2.2020 <https://janet.finna.fi, Booky.fi>.

Kananen, J. 2009. Toimintatutkimus yritysten kehittämisessä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Klein, S. 2012. Action research methods. New York (USA): Palgrave Macmillan.

Hakala, J. 2004. Opinnäyteopas ammattikorkeakouluille. Helsinki: Gaudeamus kirja.

O'Leary, D. 2000. Enterprise Resource Planning Systems. Systems, life cycle, Electronic Commerce, and Risk. 7. edition. New York: Cambridge University Press.

Stark, J. 2007. Global product. Strategy, Product Lifecycle Management and the Billion Customer Question. London (UK): Springer-Verlag London Limited.

Stark, J. 2011. Product Lifecycle management. E-kirja. Second Edition. London: Springer London. Viitattu 1.2.2020 <https://janet.finna.fi>, Books24x7

Stekolschik, A. 2017. Methods for automated semantic definition of manufacturing structures (mBOM) in mechanical engineering companies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 241, 1. Viitattu 24.2.2020. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/241/1/012032/pdf>.

Computer Aided Design. TENTE International GmbH. N.d. Käsitteen avaus TENTE konsultointipalvelu -sivustolla. Viitattu 8.4.2020. <https://www.tente.com/fi-fi/kaesitteet/cad>.

Valmet lyhyesti. N.d. Yritysesittely Valmetin verkkosivuilla. Viitattu 24.1.2020. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>.

What is the 3DEXPERIENCE platform?. N.d. Ohjelmistoalustan esittelyvideo verkkosivulla. Dassault Systèmes. Viitattu 5.2.2020. <https://www.3ds.com/about-3ds/3dexperience-platform/>.

Zohora, F. Basics of MBOM. N.d. PowerPoint-koulutusmateriaali. Valmetin intra.

Liitteet

Teemahaastattelu	
Yrityksen taustatiedot	
Yrityksen nimi	Valmet Technologies Oy
Toimiala	Paperiteknologia
Liikevaihto	3,5 miljardia euroa
Henkilöstö	n. 12 000
Teemahaastattelun toteutus	
Haastatteli	Mikko Leppäniemi
Ajankohta	3.4.2020
Haastattelun kesto	60min
Haastateltava henkilö	Thomas Leducq
Asema	Ratkaisuarkkitehti
Teemat	
Teema 1	Scope-linkkien vaikutukset MBOM-osaluettelossa
Teema 2	Attribuuttien vaikutukset MBOM-osaluettelossa
Teema 3	Attribuuttien rajoitteet MBOM-osaluettelossa
Teema 4	SymBelt-telan MBOM-osaluettelon virheet ja haasteet
Teema 5	Tutkijan ratkaisuehdotukset SymBelt-telan MBOM-osaluettelon luomiseen

Liite 1. Teemahaastattelun runko